

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Dům mládeže v Šumperku

Youth House in Šumperk

Student:

Bc. Jan Valenta

Vedoucí práce:

doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.

Ostrava 2019

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jan Valenta**

Studijní program: N3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607T040 Prostředí staveb

Téma: **Dům mládeže v Šumperku**
Youth House in Šumperk

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

V rámci diplomové práce vypracujte:

Stavebně technické řešení novostavby Domova mládeže v Šumperku - pro dokumentaci pro provádění stavby, která bude obsahovat části:

1. Průvodní zpráva
2. Souhrnná technická zpráva
3. Situace stavby - koordinační situace (1:250)
4. Dokumentace stavebních objektů, technických a technologických zařízení:
 - 4.1 Architektonicko - stavební řešení:
 - Technická zpráva
 - Výkresová část (v rozsahu potřeb TZB): půdorys základů (1:50), půdorysy jednotlivých podlaží se specifikací překladů a specifikací skladeb podlah (1:50), půdorys střechy (pohled na střechu), řez v místě schodiště (1:50), výkres sestavy stropních dílců (1:50), pohledy (1:100), vybrané detaily.
 - 4.2 Stavebně – konstrukční řešení
 - Technická zpráva
 - 4.3 Technika prostředí staveb – řešení vytápění objektu a nuceného větrání společenského sálu:
 - Technická zpráva
 - Výkresová část
5. Stavební tepelná technika a energetika budovy:
 - Stanovení tepelně technických požadavků na stavební konstrukce a budovu.
 - Stanovení ukazatelů energetické náročnosti budovy, průkaz energetické náročnosti budovy.
6. Prostorová akustika:
 - Návrh a posouzení společenského sálu z hlediska prostorové akustiky.
7. Poster s hlavními vypracovanými body diplomové práce o rozměrech 700 x 1000 mm.

Rozsah práce: dle Vyhlášky děkana FAST, v.č. 7_003, dle Vyhlášky č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb (ve znění pozdějších platných předpisů), dle Vyhlášky č. 169/2016 Sb., o stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr.

Seznam doporučené odborné literatury:

Zákon č. 350/2013 Sb., kterým se mění zákon č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon).

Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.
Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
Vyhláška MMR č. 398/2009., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.
ČSN 73 4301. Obytné budovy. 2004 (změna Z1/2005, Z2/2009, Z, Z3/2012).
ČSN 01 3420. Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části. 2004.
ČSN 73 0540. Tepelná ochrana budov - Část 2 : Požadavky. 2011.
ČSN EN 12 831. Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. 2018.
ČSN 01 3452. Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení. 2006.
ČSN 06 0310 Ústřední vytápění – Projektová montáž (2017)
ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování (2006)
ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení (2014)
ČSN EN 12828+A1 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav (2014)
ČSN 73 6005. Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. 2003.
ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov - Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy (2013)
ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů (1986)
ČSN EN 15780 Větrání budov - Vzduchovody - Čistota vzduchotechnických zařízení (2012)
ČSN EN ISO 717-1 Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 1: Vzduchová neprůzvučnost. ČNI Praha 1998. Změna A1, 2007.
ČSN EN ISO 717-2 Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 2: Kročejová neprůzvučnost. ČNI Praha 1998. Změna A1, 2007.
ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky. ČNI Praha, 2010.
ČSN 73 0525 Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Všeobecné zásady. ČNI Praha 1998
ČSN 73 0527 Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely. ČNI Praha 2005.
Chyský, J., Hemzal, K.: Větrání a klimatizace, Praha (1993)
Hirš, J., Gebauer, G.: Vzduchotechnika v příkladech, Brno (2006)
Galda, Z.: Vzduchotechnika, Brno (2011)
KAŇKA, J. Akustika stavebních objektů. 1. vyd. Brno. ERA, 2009.
SKOTNICOVÁ, I., LABUDEK, J. Stavební tepelná technika I - studijní texty pro cvičení. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. 83 s. ISBN 978-80-7204-767-3.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2019

Datum odevzdání: 30.11.2019

doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne

.....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – Autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne

.....

.....

podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat mé vedoucí diplomové práce paní doc. Ing. Ivetě Skotnicové, Ph.D. za trpělivost, připomínky a konzultace, které mi v průběhu vypracování poskytla. Také bych rád poděkoval Ing. Kateřině Kubenkové, Ph.D. za ochotu a vstřícnost, kterou mi v průběhu diplomové práce poskytla. Jako posledním bych chtěl poděkovat i svým konzultujícím Ing. Petře Tymové, Ph.D. a Ing. Zdeňku Galdovi, Ph.D. za ochotu a čas, který si na mě vytvořili a pomohli mi s touto prací.

ANOTACE

VALENTA, Jan. *Dům mládeže v Šumperku*. Ostrava, 2019. Diplomová práce, VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební

Počet stran: 86

Předmětem této diplomové práce je vypracovat dům mládeže dle dokumentace pro provádění stavby. Součástí je návrh vytápění objektu, větrání víceúčelového sálu a posouzení prostorové akustiky v tomto sále. Tato práce též obsahuje kompletní návrh stavebního a konstrukčního řešení objektu. Při návrhu konstrukcí bylo uvažováno s předpisy na tepelně technické vlastnosti konstrukcí tak, aby byly všechny požadavky splněny. Objekt, který je předmětem této práce, je též navržen v souladu s platnými hygienickými předpisy a předpisy bezbariérového užívání. Závěrem práce jsou výpočty energetické bilance budovy, ale i návrh všech technických zařízení budovy.

Klíčová slova:

Dům mládeže, podlahové vytápění, otopná tělesa, prostorová akustika

ANNOTATION

VALENTA, Jan. *Youth House in Šumperk*. Ostrava, 2019. The master 's thesis, VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Civil Engineering

Number of pages: 86

The subject of this master 's thesis is to project a Youth House according to documentation for building construction. It includes designing building heating, ventilation of multipurpose hall and room acoustics assessment in this very same room. This thesis also contains complete building and construction design. Regulations on the thermal properties of structures were considered so that all requirements were met. The building which the subject of this thesis is also designed in accordance with the health and barrier-free regulations. Conclusion of this thesis are not only calculations of energy balance of the building, but also design of all technical equipment of the building.

Keywords:

Youth House, Floor heating, Radiators, Room Acoustics

OBSAH

1	Úvod.....	11
2	Projektová dokumentace pro realizaci stavby	12
A	Průvodní zpráva.....	12
A.1	Identifikační údaje.....	12
A.1.1	Údaje o stavbě.....	12
A.1.2	Údaje o stavebníkovi	12
A.1.3	Údaje o zpracovateli projektové dokumentace	12
A.2	Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení	12
A.3	Seznam vstupních podkladů.....	13
B	Souhrnná technická zpráva.....	13
B.1	Popis území stavby.....	14
B.2	Celkový popis stavby	17
C	Situační výkresy	20
C.1	Situační výkresy širších vztahů	20
C.2	Koordinační situační výkres.....	20
D	Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení	20
D.1	Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu	20
D.1.1	Architektonicko-stavební řešení	20
D.1.2	Stavebně konstrukční řešení	30
D.1.3	Požárně bezpečnostní řešení	45
D.1.4	Technika prostředí staveb	45
D.2	Dokumentace technických a technologických zařízení	75
E	Dokladová část	75
3	Závěr.....	76
4	Literatura	78
5	Seznam obrázků	83

6	Seznam grafů.....	84
7	Seznam tabulek	85
8	Seznam příloh.....	86

SEZNAM ZNAČEK

U	součinitel prostupu tepla [$W/m^2 \cdot K$]
$U_{rec,20}$	doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 [$W/m^2 \cdot K$]
l	délka úseku [m]
α	součinitel teplotní roztažnosti materiálu, stanovuje výrobce [K^{-1}]
Δt	rozdíl teplot [$^{\circ}C$]
t_m	nejvyšší teplota teplonosné kapaliny [$^{\circ}C$]
t_i	nejnižší teplota okolí [$^{\circ}C$]
R	tlaková ztráta [Pa]
d	průměr potrubí [mm]
R_{hv}	je tlaková ztráta hlavní větve [Pa]
\dot{V}	objemový průtok před otopným tělesem [m^3/h]
R_{pv}	tlaková ztráta vedlejší větve k počítanému otopnému tělesu [Pa]
\dot{m}	hmotnostní průtok [kg/h]
\dot{Q}	teplo odevzdané tělesem [W]
c_2	měrná tepelná kapacita vody [$Wh/kg \cdot K$]
t_{w1}	teplota přívodní vody [$^{\circ}C$]
t_{w2}	teplota vratné vody [$^{\circ}C$]
w	rychlost proudění média [m/s]
Re	Reynoldsovo číslo [$-$]
λ	součinitel tlakových ztrát třením [$-$]
t_w	střední teplota média v nádrži [$^{\circ}C$]
t_a	teplota v okolní nádrži [$^{\circ}C$]
V_{AK}	objem akumulční nádrže [l]
$P_{T\check{C}}$	výkon tepelného čerpadla [kW]

SEZNAM ZKRATEK

PD	Projektová dokumentace
SO	Stavební objekt
TV	Teplá voda
ZPF	Zemědělský půdní fond
CYKY	Měděný lankový kabel elektrického vedení
NN	Vedení nízkého napětí
DN	Jmenovitý průměr potrubí
PVC	Plast – polyvinylchlorid
PU	Plast – polyuretan
BOZP	Bezpečnost a ochrana práce
SDK	Sádrokarton
COP	Topný faktor tepelného čerpadla
SCOP	Sezónní topný faktor tepelného čerpadla

1 ÚVOD

Předmětem této diplomové práce je návrh vytápění, větrání víceúčelového sálu a posouzení prostorové akustiky v domě mládeže.

Tato práce se zabývá stavebně konstrukčním řešením dvoupodlažního, nepodsklepeného objektu domova mládeže. Svislý nosný systém budovy bude řešen z vápenopískových cihel Sendwix. Střecha budovy bude sedlová, případně pultová s krovem a plechovou střešní krytinou.

Následuje zpracování technického zařízení budov a prostředí staveb a s tím související návaznosti. Budou provedeny energetické výpočty objektu jako je energetická bilance a dále navazující návrh zařízení zajišťující potřeby energií budovy týkající se vytápění, chlazení a větrání. Chlazení a větrání bude navrženo dle zadání práce pouze ve víceúčelovém sále. S komfortním prostředím souvisí prostorová akustika, která bude též posouzena ve víceúčelovém sále.

Na závěr se posoudí vhodnost návrhu a zhodnocení použitých zdrojů.

2 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PRO REALIZACI STAVBY

A PRŮVODNÍ ZPRÁVA

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

a) Název stavby

Dům mládeže v Šumperku

b) Místo stavby

Adresa: Šumavská 1263/8, Šumperk 787 01

Kraj: Olomoucký

Katastrální území: Šumperk (764442)

Parcelní číslo: 529/2

Charakter stavby: novostavba

Účel stavby: vzdělávání a výchova

Druh pozemku: orná půda

c) Předmět projektové dokumentace

Záměrem investora (stavebníka) a obsahem předkládané projektové dokumentace ke stavebnímu povolení je vytápění, větrání sálu a výpočet prostorové akustiky sálu v domě mládeže v Šumperku. Dům mládeže je dvoupodlažní nepodsklepený a je zastřešen sedlovou střechou se sklonem střechy 30°.

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

Není řešeno

A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

Jméno: Bc. Jan Valenta

Adresa: L**** ***/*, Šumperk 787 01

Email: jan.valenta.st@vsb.cz

Telefon: 776 159 987

A.2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

- SO1 Dům mládeže

A.3 Seznam vstupních podkladů

- a) Základní informace o rozhodnutích nebo opatřeních, na jejichž základě byla stavba povolena

V této fázi zpracování projektové dokumentace nebyla stavebním úřadem vydána žádná rozhodnutí ani opatření.

- b) Základní informace o dokumentaci nebo projektové dokumentaci, na jejímž základě byla zpracována projektová dokumentace pro provádění stavby

Dokumentace pro provádění stavby byla zpracována na základě dokumentace ve stupni pro stavební povolení.

- c) Další podklady

- Studie
- Stavebně technický průzkum
- Průzkum technické infrastruktury
- Prohlídka na místě stavby
- Katastrální mapa
- Územní plán města Šumperk

B SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

- a) Požadavky na zpracování dodavatelské dokumentace stavby

Dokumentace stavby bude vypracována dle podkladů z vypracované projektové dokumentace pro provádění stavby. Dodavatelská dokumentace a následná realizace bude splňovat projektové předpisy, montážní návody a technické předpisy jednotlivých dodavatelů na příslušný stavební či konstrukční materiál.

- b) Požadavky na zpracování plánu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi

Zhotovitel před zahájením stavby zpracuje plán BOZP. Veškeré stavební práce provádět v souladu s platnými bezpečnostními a technologickými předpisy. Je nutno respektovat platné požárně bezpečnostní a hygienické předpisy. Musí být zajištěna ochrana zdraví pracujících podle nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci č. 361/2007 Sb. Dále je nutno se řídit náležitostmi Českých státních norem. Ve stavbě budou užity stavební výrobky, které vyhovují požadavkům nařízení vlády č. 163/2002 Sb. [1].

- c) Podmínky realizace prací, budou-li prováděny v ochranných nebo bezpečnostních pásmech jiných staveb

Práce nebudou probíhat v žádném ochranném ani bezpečnostním pásmu jiných staveb.

- d) Zvláštní podmínky a požadavky na organizaci staveniště a provádění prací na něm, vyplývající zejména z druhu stavebních prací, vlastností staveniště nebo požadavků stavebníka na provádění stavby apod.

Nejsou uvažovány zvláštní podmínky na organizaci staveniště ani na provádění prací v něm.

- e) Ochrana životního prostředí při výstavbě

Místní ekosystém, organismy ani jednotlivé složky životního prostředí nebudou narušeny. Stavba je navržena tak, aby předcházela nepříznivým vlivům na životní prostředí a dodržuje obecné zásady ochrany životního prostředí. Provoz stavby bude probíhat tak, aby opět nedocházelo k poškozování některého z faktorů životního prostředí.

B.1 Popis území stavby

- a) Charakteristika území a stavebního pozemku, zastavěné území a nezastavěné území, soulad navrhované stavby s charakterem území, dosavadní využití a zastavěnost území

Objekt se nachází v obci Šumperk na severu města. Jedná se o nezastavěný pozemek. Pozemek je rovinný a je kategorizován jako orná půda a jako takový byl dosud takto využíván. Bude proto vyjmut ze zemědělského půdního fondu. Navrhovaná stavba zapadá do územního plánu obce a koncepčně zapadá do okolní zástavby. Okolní zástavbou jsou v době psaní této dokumentace ze severovýchodu zemědělská pole a z jihozápadu paneláková sídliště.

- b) Údaje o souladu s územním rozhodnutím nebo regulačním plánem nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem

Stavba se nachází na ploše vymezené územním plánem jako Občanské vybavení – veřejná vybavenost (OV). Stavba je tedy v souladu s územním plánem.

- c) Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, v případě stavebních úprav podmiňujících změnu v užívání stavby

Stavbou se nijak nemění poměry v území ani se nemění jeho využití.

- d) Informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z obecných požadavků na využívání území

Pro řešené území nebyly zajištěny žádné výjimky ani úlevová řešení.

- e) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů

Není řešeno.

- f) Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů – geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.

Byl proveden předběžný průzkum staveniště dle příslušných předpisů. Z geologických map bylo zjištěno, že pozemek obsahuje horninu – spraše a sprašové hlíny a nachází se v geologické oblasti Pokryvné útvary Českého masivu. Byla vykonána prohlídka území a jeho okolí. Svrchní vrstva geologického profilu do hloubky cca 0,2 m je tvořena ornici. Složení zeminy není chemicky agresivní betonovým základovým konstrukcím. Hladina podzemní vody při vrtu do hloubky 6 m nebyla zastižena. Území není poddolované ani se nejedná o sesuvné území.

Na místě byl proveden hydrogeologický průzkum a inženýrskogeologický průzkum pro zjištění schopnosti půdy zasakovat srážkové vody.

Při výběru staveniště byly respektovány hlediska ekonomické, ochrany přírody, krajiny a životního prostředí.

Výsledkem průzkumu byla potvrzena vhodnost lokality pro uvažovaný objekt a také schopnost zeminy vsakovat srážkové vody. Zjištěná hladina podzemní vody se nachází pod úrovní základové spáry. Kritérium vhodnosti staveniště bylo stanoveno na – vhodné.

- g) Ochrana území podle jiných právních předpisů

Práce nebudou probíhat v žádném ochranném ani bezpečnostním pásmu jiných staveb.

h) Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.

Stavba se nenachází v záplavovém ani poddolovaném území.

i) Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území

Navrhovaná stavba neovlivní okolní stavby ani pozemky. Stavba též neovlivní odtokové poměry ani nenaruší hladinu podzemní vody.

Práce budou prováděny tak aby byly dodrženy předpisy vztahující se k vegetačním úpravám v krajině.

j) Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

Během výstavby nebudou prováděny žádné demoliční práce ani kácení dřevin.

k) Požadavky na maximální dočasné a trvalé zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa

Objekt se nachází na pozemku, který je veden jako orná půda – nutnost vynětí půdy ze zemědělského půdního fondu.

l) Územně technické podmínky – zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě

Pozemek se napojí na stávající asfaltovou dopravní infrastrukturu pomocí vjezdu z ulice Šumavská. Vjezd bude asfaltovaný šířky 5,75 m a povede na parkoviště sloužící objektu. Parkoviště bude chráněné bránou. Napojení na technickou infrastrukturu bude provedeno pomocí těchto přípojek:

- Veřejný vodovod DN63 – vodovodní přípojka DN32
- Veřejná kanalizace DN300 – kanalizační přípojka DN250
- Elektrické podzemní vedení NN – přípojka elektřiny CYKY J5x10

Bližší informace a zakreslení tras vedení technické infrastruktury a napojení na dopravní infrastrukturu viz výkres č. 101 Koordinační situační výkres.

Ke stavbě je možné se bezbariérově dostat. Na parkoviště je jedno místo vyhrazeno pro osoby s omezenou možností pohybu. Vstup k objektu je vyspádovaný tak, aby v cestě nevznikali výškové skoky, které by mohli být náročné pro překročení.

m) Věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

Stavba nemá věcné ani časové vazby ani související podmíněné investice.

n) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých se stavba provádí

Katastrálním území: Šumperk (764442)
Číslo popisné: 529/2
Druh pozemku: Orná půda
Vlastník: Město Šumperk, Šumavská 1749/39, 78701 Šumperk
Výměra: 2995 m²

o) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých vznikne ochranné nebo bezpečnostní pásmo

Vznikne ochranné pásmo vodovodní a kanalizační přípojky. Šíře pásma činí 1,5 m od líce potrubí na obě strany.

B.2 Celkový popis stavby

a) Nová stavba nebo změna dokončené stavby; u změny stavby údaje o jejich současném stavu, závěry stavebně technického, případně stavebně historického průzkumu a výsledky statického posouzení nosných konstrukcí

Nová stavba.

b) Účel užívání stavby

Vzdělání a výchova.

c) Trvalá nebo dočasná stavba

Trvalá.

d) Informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z technických požadavků na stavby a technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby

Tato projektová dokumentace splňuje požadavky stanovené zákonem č. 183/2006 Sb. [2], o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). Dokumentace je zpracována dle vyhlášky č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.

Objekt domu mládeže splňuje vyhlášku číslo č. 268/2009 Sb. [3], o obecných technických požadavcích na stavby a vyhlášku č. 410/2005 Sb. [4], o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých.

Stavba domu mládeže je určena též k užívání osobami s omezenou schopností pohybu a orientace a je proto navržena jako bezbariérová a je navržena v souladu s nařízeními dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. [5], o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. V prvním nadzemním podlaží se nachází jedno bezbariérové WC. Pro vertikální pohyb slouží výtah. Dveře mezi místnostmi budou bez prahu.

Celá stavba je navržena v souladu s technickými požadavky na stavby uvedenými výše.

- e) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů

Nejsou známy žádné další požadavky dotčených orgánů.

- f) Ochrana stavby podle jiných právních předpisů

Stavba se nenachází v území chráněném podle zvláštních právních předpisů.

- g) Navrhované parametry stavby – zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti apod.

Zastavěná plocha:	2710 m ²
Užitná plocha:	724,51 m ²
Obestavěný prostor:	cca 3642 m ³
Počty funkčních jednotek:	26 místností
Počty uživatelů:	6 učeben pro 120 osob 1 víceúčelový sál pro 100 osob
Sklon střechy:	8°
Výška hřebene od UT:	9,98 m
Konstrukční systém	Zděný – vápenopískové cihly Založení na základových pásech, nepodsklepený objekt

- h) Základní bilance stavby – potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti budov apod.

Objekt bude napojen na splaškovou kanalizaci, vodovodní řad a elektrické vedení.

Bilance potřeby vody z vodovodu:

$$Q_{pr} = 303\,753 \text{ l/rok}$$

Bilance potřeby TV:

$$Q_{2p} = 41,097 \text{ kWh}$$

Pro budovu byla stanovena potřeba studené i teplé vody v přílohách č. 1 a 2.

Tepelná ztráta budovy:

$$\Phi_{H,nd} = 26,45 \text{ kW}$$

Bilance potřeby tepla na vytápění:

$$Q_{vyt,d} = 51,76 \text{ GJ/rok}$$

Ukazatel	Referenční budova	Hodnocená budova	Splněno
Průměrný součinitel prostupu tepla	$U_{em,R}: 0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U_{em}: 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	ANO
Neobnovitelná primární energie za rok	$336,18 \text{ kWh/(m}^2\text{rok)}$	$120,68 \text{ kWh/(m}^2\text{rok)}$	ANO
Celková dodaná energie za rok	$170,19 \text{ kWh/(m}^2\text{rok)}$	$88,89 \text{ kWh/(m}^2\text{rok)}$	ANO

Tabulka 1 Ukazatele energetické náročnosti nové budovy

Energetická náročnost budovy dle zákona č. 406/2000 Sb. [6]:

- Energetická třída budovy: **B**.
- Energetický štítek hodnotící konstrukce obálky budovy uvádí třídu: **A**.

Dešťová voda bude zasakována na pozemku v zasakovacích boxech. Srážková voda ze střechy se nejdříve ukládá v retenční nádrži. Voda svedená z parkovacích ploch je opatřena odlučovačem lehkých kapalin. Zpevněné pochůzné plochy jsou svedeny na nejbližší volný terén

i) Základní předpoklady výstavby – časové údaje o realizaci stavby, etapy

Realizace stavby je předpokládána v termínu 2021–2023. Stavební firma bude vybrána na základě výběrového řízení. Stavba nebude rozdělena do etap.

j) Orientační náklady stavby

Skutečné celkové stavební náklady budou upřesněny na základě výběrového řízení dle podrobného výkazu výměr ve stupni prováděcí dokumentace stavby. V této PD se vypracovaly pouze přibližné náklady na stavbu, které by měly dosáhnout 25 miliónům korun.

C SITUAČNÍ VÝKRESY

C.1 Situační výkresy širších vztahů

Není řešeno.

C.2 Koordinační situační výkres

Výkres č. 101 Koordinační situační výkres

D DOKUMENTACE OBJEKTŮ A TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ

D.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu

D.1.1 Architektonicko-stavební řešení

a) Technická zpráva

Účel objektu

Zadáním projektu je návrh stavby občanské vybavenosti – Domu mládeže. Tento objekt má sloužit k volnočasovým aktivitám pro děti a mládež. Jsou uvažovány umělecké, hudební a další aktivity, jež mají přispět k vývoji dítěte. Ke kulturním akcím a prezentaci dětí má sloužit sál pro alespoň 100 osob s podiem. Výuka může probíhat v jedné ze 6 učeben. Z toho 4 učebny jsou dimenzované pro 100 osob po 25 osobách, jedna učebna pro 5 osob a jedna učebna pro 15 osob.

Architektonické řešení

Objekt domu mládeže je samostatně stojící novostavba. Většina objektu je dvoupodlažní až na víceúčelový sál, který kvůli své vyšší výšce stropu nemá druhé podlaží. Objekt není podsklepen.

Dům mládeže zabírá přibližně plochu 21x31 m a půdorysně není tvar pravidelný. Výška objektu po hřeben střechy činí 10 m. Svislé konstrukce jsou vyzděné z vápenopískových cihel. Střecha objektu je sedlová a na některých částech pultová. Sklon střechy je 8° a krytinu zastává plechová střešní krytina – Ruukki Monterrey v hnědé barvě. Nosná konstrukce střechy je tvořena dřevěným krovem.

Budova je tepelně izolovaná minerální vlnou v tloušťce 240 mm. Fasáda je žluto-oranžové barvy. Na víceúčelovém sále bude ze směru od ulice Šumavská bílý pás s nápisem Dům mládeže.

Budova bude osazena plastovými okny v bíle barvě. Ve třídách budou okna horizontálně dělená. Spodní díl bude pouze výklopný, protože slouží pro manipulaci menším osobám. Okna budou proti tepelným ziskům opatřena venkovními roletami. Víceúčelový sál bude mít směrem na západ velká neotvíravá okna po cele výšce. Pro přirozené osvětlení chodby v 2.NP budou na střeše umístěny světlíky.

Uvnitř objektu budou stěny omítnuty klasickou vápenocementovou omítkou a natřené bílým nátěrem. Podlahy budou mít pouze dva povrchy. V učebnách, sále a zázemí pro zaměstnance bude laminátová podlaha hnědé barvy – imitace dřeva. V ostatních místnostech bude keramická dlažba v béžové barvě. Podlahy musí splňovat vlastnosti dle vyhlášky č. 268/2009 Sb. [3], a tedy že součinitel tření smykového tření musí dosahovat hodnoty 0,3. Keramickou dlažbou byla zvolena dlažba LASSELSBERGER BASE, jež tento požadavek splňuje. Laminátová podlaha PULSE CLICK PUCL40088 tento požadavek též splňuje. Všechny místnosti budou mít kazetový podhled, ve kterém budou umístěny vyústky pro přívod a odvod vzduchu a dále osvětlení prostor. V technické místnosti bude umístěna podlahová vpusť.

Víceúčelový sál bude mít na stěnách akustické obklady. Na stěně proti podiu bude použit akustický obklad Acoustic panel MOD od dodavatele TopOffice s.r.o v barvě zelené. Na další stěně mezi sloupy budou připevněny panely AVS1 od dodavatele OS4 s.r.o v provedení dub.

Okolo objektu se budou nacházet zpevněné plochy z dlažby. Na pozemku bude vybudováno parkoviště pro návštěvníky objektu. Parkoviště bude mít prostor na zaparkování pro 10 aut z toho jedno pro místo bude vyhrazeno pro osoby se sníženou schopností pohybu. Počet parkovacích míst byl stanoven dle ČSN 73 6110 [7].

Navrhovaná stavba zapadá do územního plánu obce a koncepčně zapadá do okolní zástavby. Okolní zástavbou jsou v době psaní této dokumentace ze severovýchodu zemědělská pole a z jihozápadu paneláková sídliště.

Veškeré materiály, použité na stavbě musí vyhovovat příslušným ČSN, případně odpovídající evropským normám a musí být vybaveny atesty, platnými v ČR. Jakost dodávaných materiálů a konstrukcí bude dokladována. Při prohlídkách a při předání a převzetí díla nebo jeho částí bude provedena kontrola jakost dodávaných materiálů.

Veškeré výrobky použité ve stavbě musí splňovat požadavky dle zákona č. 22/1997 Sb. [8], o technických požadavcích na výrobky.

Pozemek musí být dle vyhlášky č. 410/2006 Sb. [4] oplocen.

Materiálové řešení je specifikováno na výkrese č. 110 a 111 Pohledy. Osazení objektu na pozemek (výškové osazení, připojení na inženýrské sítě, vzdálenost od hranice parcely apod.) je řešeno na výkrese č. 101 Koordinační situační výkres.

Dispoziční řešení

Návrh objektu je pevně svázán s vyhláškou č. 410/2006 Sb. [4], o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých a dále s vyhláškou č. 268/2009 Sb. [3], o technických požadavcích na stavby.

Provoz v budově je uvažován s přezouváním a ukládáním bot u vstupu. Při vstupu do objektu je hned dostupná šatna, takže je možné okamžité přezutí obuvi a nedochází k zanášení prachu do budovy. Počet šatních míst stanoví [3]. Šatny jsou přirozeně osvětlené a větratelné. Pro zaměstnance školy musí také existovat místo pro odkládání oděvů, jež se uvažuje v místnosti zázemí pro zaměstnance, kde bude přístupné umyvadlo a záchod, které slouží pro max 20 osob.

Jelikož se nejedná o školu, ale školský objekt pro volnočasové aktivity, tak dispozice není řešena provozně oddělené pro první a druhý stupeň. Uvažuje se se statickým systémem výuky, kdy děti přichází do specializovaných učeben, které nabízejí potřebné vybavení. Je to například jazyková, výtvarná a hudební výuka.

Způsob pohybu po budově a jeho četnost udává jeho hmotová kompozice. Dispozičně jsou komunikace řešeny v chodbovém uspořádání, což znamená, že propojují všechny místnosti. Komunikace splňují nařízení vyhlášky, kdy musejí nabývat šířky 2,2 m, pokud jsou po jedné straně komunikace učebny a 3 m, pokud jsou po obou stranách komunikace učebny. Dveře výukových prostor dosahují předepsané šířky 900 mm [3]. Komunikace jsou přirozeně osvětleny a jelikož neslouží k dlouhodobému pobytu osob, lze je v nedostatečně osvětlených místech doplnit sdruženým osvětlením.

K vertikálnímu pohybu slouží schodiště se šířkou ramene 1,2 m jež musí být opatřeno dvěma madly. Jedno madlo pro osoby vyšší ve výšce 1 m a druhé madlo

pro osoby ve výšce 0,6 m. Mříže mezi madly mají rozestup 30 mm. Svým úhlem stoupání 26° vyhovuje požadavku pro shromažďování osob ve vnitřních prostorech, únikových schodišť a také jako bezbariérové schodiště. Hodnotu součinitele smykového tření předpis stanoví na 0,5, který je se zvolenou keramickou dlažbou jako náslapnou vrstvou schodišťových stupňů splněn. Schod jednoho stupně dosahuje 159 mm a šířka stupně činí 310 mm a jsou tak splněny požadavky na minimální rozměry schodišťových stupňů dle platných předpisů.

Záchody a umývárny jsou navrženy oddělně pro obě pohlaví. Jejich dostupná vzdálenost nepřevyšuje 60 m. Počty záchodových kabin, umyvadel a pisoárů stanoveny dle předpisu [3].

Z hlediska orientace ke světovým stranám, což je u školských objektů důležité, je objekt více členěn. Všechny učebny mají orientovaná okna na osluněné světové strany. Aby nedocházelo k přehřívání učeben jsou navrženy venkovní rolety zabráňující vnikání sluneční radiace do prostor. Prostory zařízení pro výchovu a vzdělávání a provozoven pro výchovu a vzdělávání určených k pobytu musí být přímo větratelné. V budově je však uvažováno také i nucené větrání.

Učebny se uvažují s většími plošnými nároky a budou se v nich konat převážně volitelné předměty. Proto se při návrhu uvažuje s 25 žáky na třídu a 2 m^2 na žáka. Pedagogické maximum je 30 dětí na učitele. Výška stropů v učebnách, ale i jinde v budově, musí splňovat nařízení dle [3] jež činí 3,3 m. Provozní nároky na učebnu vycházejí z tradice frontální výuky. V každé učebně je dostupné umyvadlo. Vybavení učeben bude vzhledem k jejich povaze různorodé. Nicméně pro návrh byly uplatněny rozměry pracovního stolku o rozměrech 1300 mm x 450 mm. Šířka uličky mezi stolky 600 mm. Celkově je dána minimální šířka učebny 6 500 mm a hloubka učebny 6 900 mm. Což největší učebny s rozměry 6 500 mm x 9 290 mm splňují. Nejmenší učebna je uvažována poměrově pro menší počet žáků. Vnitřní dělicí příčky mezi učebnami splňují doporučení vzduchové neprůzvučnosti $R'w = 47 \text{ dB}(A)$ a do chodby $R'w = 37 \text{ dB}(A)$. Dispozice, návrh a hodnoty učeben byly použity z publikace [9].

Víceúčelový sál je z akustického hlediska vzduchové neprůzvučnosti hodnocen jako velmi hlučný. Požadavky na stěny jsou stanoveny o výši $R'w = 57 \text{ dB}(A)$. To akustická cihla SENDWIX 8DF-LD se svou váženou stavební neprůzvučností $R'w =$

48 dB(A) nezajistí. Tento prostor však nesousedí se žádnou učebnou ani administrativní místností. Sousední místností je pouze chodba a technická místnost. Vzhledem k nutnosti průchodu zvukové energie skrze více nosných stěn, vyhoví vzduchová neprůzvučnost tomuto požadavku. Z hlediska přenosu nízkých kmitočtů je vyžadováno individuálního posudku. Tento posudek není předmětem diplomové práce.

Požadavky na vzduchovou neprůzvučnost stanoví ČSN 73 0532 [10].

Otopná radiátorová tělesa nemusejí mít dle žádného předpisu zákryty. Z toho důvodu je třeba, aby při zahájení školního roku, byly děti seznámeny se školním řádem, případně směrnicí o bezpečnosti a ochraně zdraví k dodržování bezpečnosti a ochrany zdraví ve škole. Měli by být seznámeni s tím, co je zapotřebí dodržovat z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví při pobytu ve třídě, na chodbách a schodech.

Na každém podlaží je jedna úklidová komora. Dále je nutné ve skladu vyčlenit prostor pro ukládání čistících prostředků.

V budově je z hlediska bezbariérovosti navržen trakční výtah s velikostí kabiny 1100x1400 mm od společnosti FREE-VOTOlift. Provoz budovy je na výtahu nezávislý. Dveře výtahové kabiny dosahují rozměrů 900x2000 mm. Nosnost 630 kg zvládne pojmout až 8 osob.

Tepelná pohoda

Povrchová teplota vnitřních částí obvodových stěn nesmí být podstatně rozdílná od teploty vzduchu. Minimální výsledná teplota v místnosti nesmí klesnout pod 19 °C, přitom průměrná výsledná teplota v místnosti by se měla pohybovat na 22 °C. V létě by maximální teplota v místnosti neměla překročit 31 °C a měla by se pohybovat při 28 °C. Rychlost proudění vzduchu by neměla překročit 0,2 m/s. Rozdíl teploty mezi úrovní hlavy a kotníků nesmí být větší než 3 °C. Tyto krajní hodnoty pro vnitřní prostory jsou dané předpisem [4].

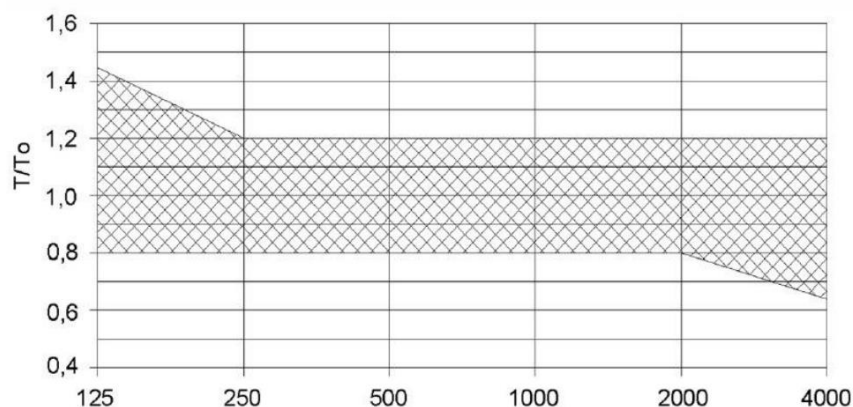
Prostorová akustika

Posouzení prostorové akustiky se provedlo v místnosti 102 Víceúčelový sál. V této místnosti se očekává, že bude akusticky přizpůsobena pro jednoho nebo více řečníků, menší divadelní představení, případně lze uvažovat ozvučení prostoru reproduktory. Pro zajištění kvalitního poslechu musí být zjištěna doba dozvuku

v prostoru a navržena případná opatření, která zajistí chování prostoru akustiky v normových hodnotách. Parametry sálu jsou patrné v příloze č. 23 případně na Obrázek 2 Grafická studie a umístění akustických úprav. Na neutlumeném prostoru jsou uvažovány holé omítky, akusticky tvrdá laminátová podlaha a kazetový podhled. Objem prostoru činí 520 m³. V tomto prostoru bez akustických úprav by mohlo dojít k nevhodnému rozložení zvukové energie. Opatřeními jsou jak už konstrukční, tak i jiné akusticky tlumivé materiály.

Již při konstrukčním návrhu budovy bylo však s prostorem nakládáno tak, aby byl přizpůsobený kvalitním akustickým vlastnostem. Rozhodující je především půdorysný tvar prostoru. Proto byl půdorys místnosti upraven patřičným tvarováním stěn tak, aby byl prostor co nejvhodnější. Z hlediska rozložení akustické energie se zejména u hudebních sálů klade důraz na bohatství bočních odrazů [11]. Tento sál však nebude sloužit pouze k poslechu hudby, ale také k poslechu mluveného slova. Aby nedocházelo k vzniku třepotavé ozvěny, bylo zvoleno sešikmení stěn. Takto vznikl vějířovitý půdorys místnosti. Sklon není příliš výrazný proto, aby byly zachovány výhody bočních odrazů, ale zároveň mluvené slovo bylo zřetelnější.

Požadavky na dobu dozvuku, udává norma ČSN 73 0527 [12] Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely. Jež stanoví objem 5-7 m³ na osobu. Tohoto požadavku je splněno pro všech 100 osob uvažovaných v tomto prostoru. Tato norma dále stanoví optimální dobu dozvuku pro víceúčelové sály na 0,92 s. Norma také stanoví přípustné rozmezí doby dozvuku pro přednes hudby i řeč pro obsazený prostor, tak jak lze vidět viz Obrázek 1.



Obrázek 1 Přípustné doby dozvuku pro přednes hudby i řeč pro plně obsazený prostor dle ČSN 73 0527

Požadavky pokračují v normě ČSN 73 0525 [13] Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady. Tento přepis stanoví požadavky na tvar prostoru tak, aby nedocházelo ke vzniku rušivé ozvěny a třepotavé ozvěny. Opatření proti třepotavé ozvěně již bylo popsáno. V úvodu návrhu prostoru byla provedena také grafická studie. V této studii se sledují minimálně dva odrazy zvukových paprsků od všech charakteristických ploch. Zpoždění prvního odrazu by v místě posluchače nemělo být, v případě řečového signálu, větší než 50 ms. Toto zpoždění odpovídá dráhovému rozdílu 13 m. Jak je patrné na Obrázek 2, k takto velkému zpoždění v tomto prostoru může dojít pouze při odrazu od zadní stěny. Na zadní stěnu je proto nutné navrhnout zvukovou úpravu, která tomuto efektu zabrání. Tato norma dále stanovuje optimální dobu dozvuku pro řeč na 0,74 s.

Postup výpočtu doby dozvuku je popsán v příloze č. 23, kde jsou také uvedené výsledky pro nezatlumený a zatlumený prostor.

Dle doporučení učebnice [11] byl nezatlumený prostor popsán pomocí Sabinova vztahu. Výpočet podle toho vztahu například popisuje také ČSN EN 12354-6 [14] Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech. V tomto dokumentu se též popisuje vliv teploty a relativní vlhkosti na rychlosti zvuku. Jelikož tato hodnota ovlivňuje útlum zvuku ve vzduchu, byl tento výpočet pro dosažení přesnějších výsledků zahrnut do výpočtu. Pro výpočet zatlumeného prostoru byl použit častěji používaný Eyringův vztah. Následně byla ověřena míra srozumitelnosti. Srozumitelnost závisí na několika parametrech. Na době dozvuku, objemu prostoru, vzdálenosti zdroje a také odstupu hladiny řeči od hluku pozadí. Úbytek srozumitelnosti nastává při ztrátě souhlásek. Tato ztráta se udává v procentech. Výpočet srozumitelnosti byl proveden dle [11]. Míru srozumitelnosti udává Tabulka 2. Výsledky výpočtu uvedeny v Graf 2 Srozumitelnost.

0	0-2	výborná
3	3-5	dobrá
6	6-12	vyhovující
12	12-25	nepříliš dobrá

Tabulka 2 Míra srozumitelnosti

Kontrola výpočtu a grafické znázornění bylo provedeno bezplatným programem I-SIMPA. Tento program umí počítat dobu dozvuku dle klasické teorie dozvuku (Sabine, Eyring), ale také dle metody SPSS (sound particle tracing), která funguje na principu sledování paprsku částic po prostoru. Tato metoda by měla být přesnější než běžné metody výpočtu. Výsledky výpočtu uvádí příloha č. 23.

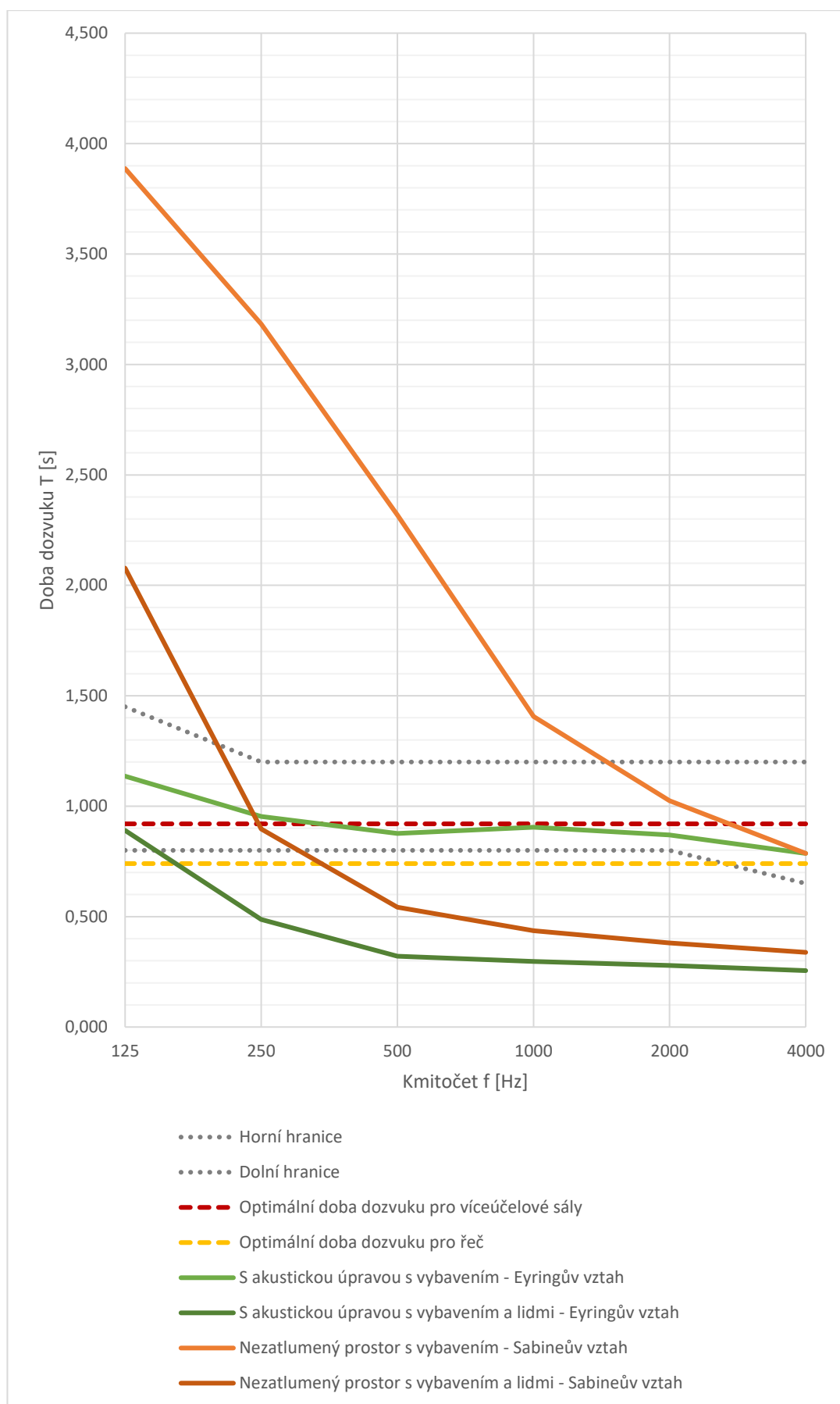
Vybrané výsledky doby dozvuku uvádí Tabulka 3 a Graf 1 Doba dozvuku více viz příloha č. 23.

Na základě těchto zjištění byl proveden návrh opatření. Nejdříve byl vybrán materiál, který by byl akusticky vhodný do kazetového podhledu. Podhled by v této místnosti byl umístěn i kdyby byl prostor akusticky neupravován, proto byl vybrán přednostně. Zvolen byl materiál Rockfon Blanka, který je vhodný do prostor ke vzdělávání. Po tomto kroku bylo přistoupeno k zatlumení zadní stěny. Na vyšších frekvencích docházelo k výraznému prodloužení doby dozvuku. Byl proto vybrán materiál Acoustic panel MOD od dodavatele TopOffice s.r.o v barvě zelené. Dřevěné panely AVS1 od dodavatele OS4 s.r.o v provedení dub zase zabrání vyšší době dozvuku na nižších kmitočtech. Tímto postupem došlo k vyrovnané době dozvuku na všech vyvolených kmitočtech. K výpočtu byly použity technické listy výrobce.

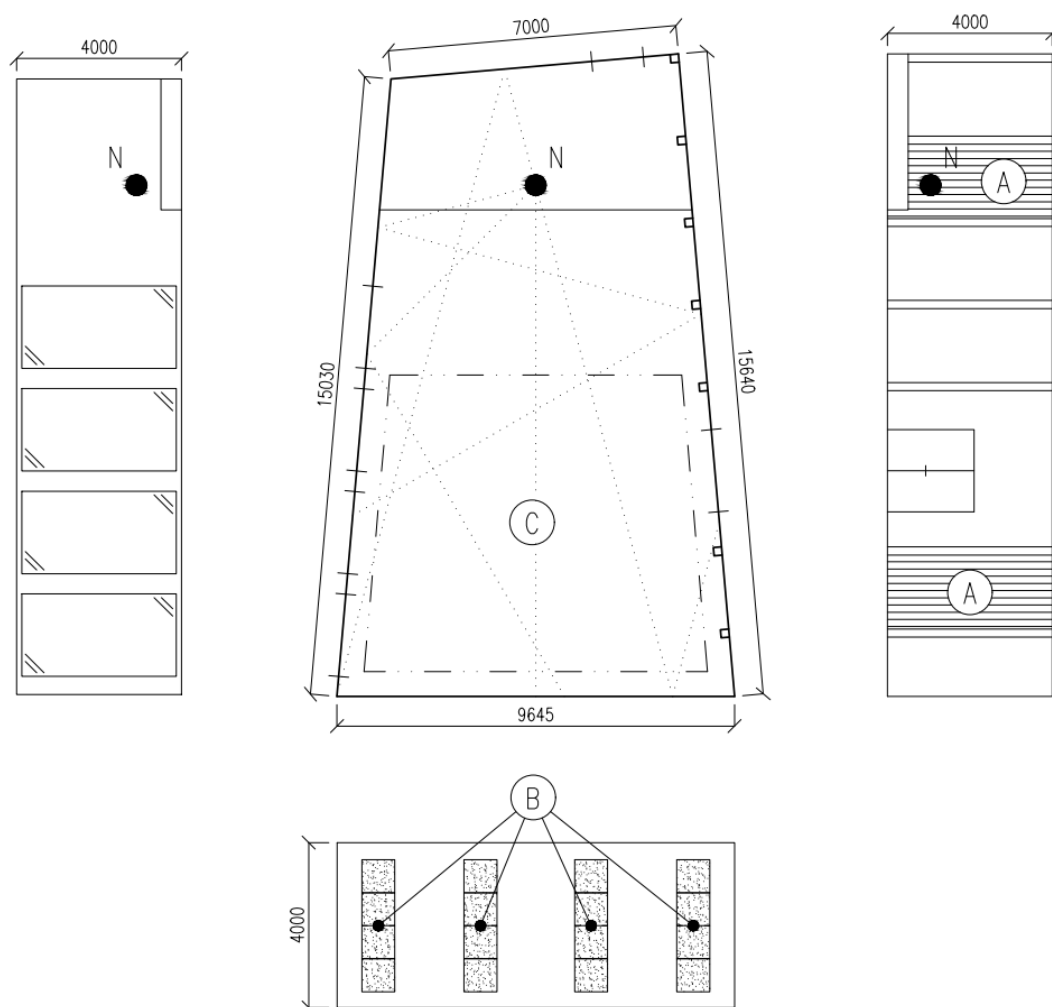
Po návrhu opatření byla místnost z hlediska prostorové akustiky zhodnocena jako vhodná pro mluvené slovo a hudební přednes.

Ruční výpočet						
	125	250	500	1000	2000	4000
Nezatlumená místnost s vybavením – Sabineův vztah						
Činitel zvukové pohltivosti povrchů [-]	0,042	0,050	0,066	0,109	0,147	0,177
Doba dozvuku [s]	3,887	3,183	2,319	1,406	1,025	0,786
Místnost s akustickou úpravou s vybavením – Eyringův vztah						
Činitel zvukové pohltivosti povrchů [-]	0,158	0,192	0,202	0,191	0,198	0,202
Doba dozvuku [s]	1,078	0,865	0,810	0,854	0,811	0,757
Výpočet pomocí I-SIMPA						
Místnost s akustickou úpravou – Eyringův vztah						
Doba dozvuku [s]	1,32	1,06	0,99	1,20	0,98	0,86

Tabulka 3 Vybrané výsledky doby dozvuku



Graf 1 Doba dozvuku



Legenda

- A AVS1
- B Acoustic panel MOD
- C Rockfon Blanka

Obrázek 2 Grafická studie a umístění akustických úprav

Doba Dozvuku [s]	Vzdálenost od zdroje [m]									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
0,7	0,3	0,6	1,1	1,8	2,5	3,5	4,5	5,7	7,1	10,2
0,8	0,4	0,8	1,5	2,3	3,3	4,5	5,9	7,5	9,2	13,3
0,9	0,5	1,0	1,9	2,9	4,2	5,7	7,5	9,4	11,7	16,8
1	0,6	1,3	2,3	3,6	5,2	7,1	9,2	11,7	14,4	20,7
1,1	0,7	1,6	2,8	4,4	6,3	8,5	11,2	14,1	17,4	25,1
1,2	0,8	1,9	3,3	5,2	7,5	10,2	13,3	16,8	20,7	29,9

Graf 2 Srozumitelnost

b) Výkresová část

Výkresy byly provedeny dle ČSN 01 3420 [15].

Č. výkresu	Název výkresu	Měřítko	Formát
101	Koordinační situace	1:250	A3
102	Půdorys 1.NP	1:50	A1
103	Půdorys 2.NP	1:50	A1
104	Řez	1:50	A1
105	Sestava stropních dílců	1:50	A1
106	Sestava stropních dílců – řezy	1:50	A2
107	Základy	1:50	A1
108	Základy – řezy	1:50	A2
109	Půdorys střechy	1:50	A1
110	Pohledy – JV, JZ	1:100	A2
111	Pohledy – SV, SZ	1:100	A2

c) Dokumenty podrobností

Neuvažované.

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

a) Technická zpráva

Zemní práce

Při zahájení prací na pozemku se nejdříve vyznačí vnější obrysy stavební jámy a zaměří místo výstavby objektu s následnými vytyčením objektu pomocí laviček. Zemní práce sestávající ze sejmutí ornice a vyhloubení výkopů budou následovat. Srovnávací rovina se nachází ve výšce 328,7 m.n.m. Strojně hloubené příkopy a jámy se svislými nezajištěnými stěnami, do kterých nebudou v souladu s technologickým postupem vstupovat osoby, lze ponechat nezapažené po dobu stanovenou technologickým postupem, tak jak stanoví nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích. Rozvody inženýrských sítí se budou ukládat do výkopů, které musí být spádovány od objektu. Spád musí být proveden tak, aby svým směrem sklonu nepřiváděl vodu do zeminy pod objektem.

Sejmutí ornice se provede s minimálním přesahem 1 m, než je velikost navrhované stavby. Sejmutá ornice se uloží na stavební parcele a využije se pro vyrovnaní a terénním úpravám pozemku.

Výkopové práce budou probíhat pro základové pásy, přípojky inženýrských sítí a také vsakovací boxy srážkových vod. Hloubka základových pásů se provede do nezámrzné hloubky 1,2 metru pod úrovní neupraveného terénu. Základová spára nesmí být vystavena povětrnostním vlivům, a proto musí být betonování základů prováděno ihned po jejím obnažení a dočištění. Před zalitím se na dno výkopu základového pásu položí zemní pásek, na který se provede dopojení bleskosvodu. Délka a způsob uložení zemního vodiče musí být v souladu se zjištěným zemním odporem. Dále se bude pokračovat rýhami pro technickou infrastrukturu.

Souběžné vedení inženýrských sítí s objektem musí být v minimální vzdálenosti 110 cm. Vzdálenost výkopu stanovena dle ČSN 73 1001 [16]:

$$L = \frac{H - h}{\tan \varphi} = \frac{1 - 1,4}{\tan 20} = 1,1 \text{ m} \quad (1)$$

H	Hloubka dna výkopu od terénu [m]
h	Hloubka základů budovy pod terénem [m]
φ	Úhel vnitřního tření zeminy v daném místě ČSN 73 1001 [–]

Platnost normy byla zrušena. Plnohodnotná náhrady normy nevznikla, lze proto uvažovat platnost výpočtu potvrzením fyzikálních vztahů v ČSN EN 1997-1 Eurokód 7. Více o vedení inženýrských sítí viz výkres č. 101 Koordinační situační výkres.

Základová konstrukce

Z průzkumu na staveništi bylo stanoveno, že v úrovni základové spáry není zjištěn výskyt spodní vody. Postup betonáže základových konstrukcí má svůj řád, který je nutné dodržet. Na dno výkopu základové spáry dojde k vylití betonové směsi C16/20 v šířce 0,47 m a do výšky základového pásu 1,3 m. Před provedením betonáže je nutno osadit jednotlivé ocelové chráničky pro prostupy odpadů ležaté kanalizace, přívodů přípojky vody a elektrické energie. Na základy se použije beton třídy C16/20. Zvýšenou nadzemní část základových pásů provést do bednění. Betonáž tohoto podkladního betonu se provede na celoplošný šterkový podsyp o výšce 10 cm a frakce 16-32 mm. Do podkladního betonu vložit výztuž z kari sítě 6/100/100 mm se spodním krytím 20 mm.

Opatření proti radonu

V objektu je uvažované vytápění podlahovým vytápěním, proto je povinné pro podlahové konstrukce na zemině navrhnout protiradonové opatření ve formě odvětrávání podloží. Podlahové topení dvojnásobně zvyšuje teplotní rozdíl mezi interiérem a podložím.

Do šterkové vrstvy se rozmístí síť perforovaného potrubí o průměru 60 mm s roztečí 1 m. Pod každou pobytovou místnost vést alespoň jednu trubku. Potrubí se umístí v hloubce 850 mm pod podlahou, prostup základovým pásem vyplnit PU pěnou. Kolem domu pod okapovým chodníkem se položí sběrné potrubí s průměrem 100 mm. Domem se provede stoupající trubka odvětrání a na střeše se umístí vývod.

Protiradonová opatření budou realizována podle ČSN 73 0601 [17]. Koncentrace radonu v dokončené stavbě nepřekročí za běžného užívání úroveň v rozmezí od 100 Bq/m³ do 150 Bq/m³.

Izolace proti zemní vlhkosti

Svislá část základových pásů a horizontální část podlahy na zemině bude opatřena fóliovou hydroizolací STAFOL 914 tloušťky 0,8 mm. Hydroizolace se pokládá na podkladní textilní vrstvu, se kterou bude hydroizolace tvořit součást hydroizolačního souvrství. Podklad hydroizolace probíhá volně s přesahy širokými minimálně 50 mm. Přesahy pásů textilie se svaří jen bodově horkým vzduchem. Textilie se na svislých plochách dočasně mechanicky připevní na horním okraji. Pásky hydroizolace se na podklad rozvinují z rolí se vzájemnými přesahy šířky minimálně 50 mm. Následně se hydroizolační souvrství trvale zakotví úchytnými prvky. Po zakotvení se hydroizolace svaří. Hydroizolaci je potřeba kotvit bodovým kotvením dle potřeby. Kotví se v přesazích pásu nebo ploše pásu prvkem s podložkou průměru 40 mm. Spoje hydroizolačních fólií se provádí horkým vzduchem. Přes hydroizolaci bude následně nalepena tepelná izolace.

Založení svislých nosných konstrukcí

Místo, kde bude vést stěna se potře penetračním potěrem Penetral Alp. Po zaschnutí penetrace se položí lepenka Gutta Guttabit R 330 H. Podélné a příčné spoje lepenky se řeší volným přeložením. Doporučují se provádět přesahy alespoň 10 cm. Následně se vyznačí umístění zdiva, především rohy, a vyznačení otvorů. Založení první vrstvy zdiva se provede na zdící cementovou maltu min. M10 v tloušťce 10 mm

naneseného přímo na vodorovnou konstrukci. Maltové lože musí být dokonale rovné a při pokládání první řady cihel kontrolovat vodorovnost jejich uložení.

Svislé nosné konstrukce

Svislé konstrukce sestávají ze zděných konstrukcí v modulovém systému firmy KM BETA a řady typových vápenopískových výrobků SENDWIX. Obvodové zdivo je tvořeno z cihel SENDWIX 16DF-LD tloušťky 240 mm. SENDWIX 16DF-LD o tloušťce 200 mm bude až na jednu výjimku tvořit veškeré vnitřní nosné zdivo. Výjimkou bude vnitřní stěna mezi sálem a zbytkem objektu, která se bude skládat z SENDWIX 8DF-LP AKU tloušťky 240 mm zajišťující lepší schopnosti neprůzvučnosti. Je potřeba dbát na řádné utěsnění spár mezi akustickou stěnou a sousední konstrukcí, spojení musí být dostatečně pevné. V akustických stavebních konstrukcích nesmí být použity poškozené nebo silně popraskané cihly. Obvodové zdivo je založeno na vápenopískových cihlách SENDWIX 16DF-D THERM, jež snižují únik tepla skrze základové konstrukce do země. Pro tenkovrstvé zdění je výrobcem předepsáno lepidlo PROFIMIX ZM 921 SX. U kvádrů 8DF-LP, 14DF-LP a 7DF-LP se nemaltuje styčná spára a kvádry se nasouvají shora dolů systémem pero drážka. Při zdění nutno dodržet montážní a technologické postupy výrobce. Součinitel prostupu tepla obvodového zdiva $U=0,140 \text{ W/m}^2\text{K}$ splňuje doporučené hodnoty $U_{\text{rec},20}=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ a pohybuje se v rozmezí doporučených hodnot pro pasivní domy $U_{\text{pas},20}=0,18-0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$. V místech dořezů mezi cihlami vyplnit mezery obyčejnou montážní pěnou pro zabránění tepelných mostů. Navrhování zděných konstrukcí provedeno dle ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6 [18]. Statické posouzení není součástí projektové dokumentace.

Vodorovné nosné konstrukce

Ztužující ŽB věnce

V úrovni pod stropy se provede celoobvodový ztužující věnec z betonu C16/20. Zhotoví se v úrovni prvního i druhého nadzemního podlaží. Beton bude vyztužen betonářskou armaturou tvořící podélnou armovací výztuž pruty $4 \times \varnothing 10 \text{ mm}$, která bude příčně ztužena vymezeními třmínky $\varnothing 8 \text{ mm}$ á 200 mm. Věnec se vytvoří i nad vnitřními nosnými stěnami, a ten se prováže s obvodovým železobetonovým věncem.

Strop nad 1.NP

Vodorovná konstrukce stropu nad prvním nadzemním podlažím je řešena panely SPIROLL. Tloušťka panelů je 250 mm. Minimální uložení panelů na podporách nesmí být menší než 100 mm. Panely se ukládají do vrstvy jemného cementové malty minimální tloušťky 10 mm. Prostor mezi panely se vyplní zálivkou z betonu C16/20. Celá plocha nosné stropní konstrukce je zakrytá kročejovou EPS izolací tloušťky 50 mm a následně zalitá roznášecí anhydritovou vrstvou o stejné tloušťce 50 mm. Prostupy ve stropěch pro vedení potrubí zdravotnické instalace a ústředního vytápění jsou zaznačeny v projektové dokumentaci viz výkres č. 105 Sestava stropních dílců. Statický posudek stropu není součástí řešení této projektové dokumentace.

Strop nad 2.NP

Nad druhým nadzemním podlažím je vodorovná konstrukce stropu řešena dřevěnými vazníky a sádkartonovým podhledem. Podhled je uchycený na ocelových CD profilech. Na věnce se uloží vazníky s přesahem 200 mm. Minerální izolace Isover Orsik se vloží mezi vazníky v tloušťce vazníku. Rozteč vazníků činí 1,2 m. Na půdě je pochůznost vyřešena OSB deskami s perodrážkou. Mezi latěmi, na kterých leží OSB desky, je vložena minerální izolace Isover Orsik. OSB desky jsou položeny ve dvou vrstvách. Je lepší OSB desky neumisťovat po celé ploše podlaží, ale ponechat při okrajích volná místo pro odvětrání izolace. OSB desky mohou fungovat jako parozábrana. V této stropní konstrukci bude také uvažován prostup pro půdní schody FAKRO LTK Energy 280 s rozměry 700x1200 mm. Součinitel prostupu tepla této konstrukce $U=0,125 \text{ W/m}^2\text{K}$ splňuje doporučené hodnoty $U_{\text{rec},20}=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ a pohybuje se v rozmezí doporučených hodnot pro pasivní domy $U_{\text{pas},20}=0,15-0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$. Statický posudek stropu není součástí řešení této projektové dokumentace.

Strop nad víceúčelovým sálem

Strop a zároveň střecha nad víceúčelovým sálem bude tvořena příhradovými vazníky. Konstrukce vazníků bude uložena na pozednici 120x120 mm, která bude roznášet zatížení od vazníků. Samotná pozednice bude ukotvena na pozedním věnci. Uložení druhého konce vazníku bude na dřevěném trámu 160x160 mm uloženém na prefabrikovaných železobetonových sloupcích s roztečí 2 m před nosnou stěnou. Rozměry sloupků jsou stanoveny na 200x200x5835 mm. Podhled pod vazníky bude ze sádkartonových podhledů RIGIPS zavěšených na spodních pásnicích

příhradových vazníků. Maximální rozteč vazníků je 1 m. Statický posudek stropu není součástí řešení této projektové dokumentace.

Nosné překlady

Nosné překlady budou zhotoveny z typových nosných překladů 7DF nebo dvou překladů za sebou 2DF konstrukčního systému SENDWIX. Překlenutí otvorů překladem 7DF se použije u stěn tloušťky 200 mm. Ostatní tloušťky stěn si vystačí se dvěma překlady 2DF ze sebou. Bude se jednat o běžné typové vápenopískové překlady zajišťující provedení nosných překladů uplatňující se jako nadpraží okenních a dveřních otvorů a podobně u obvodového zdiva a dále u nosných vnitřních zdí. Detaily jejich provedení a konstrukční řešení je nutno řešit dle montážních a technologických předpisů výrobce a dle projektové dokumentace. Z vnější strany na obvodových stěnách budou překlady kryty minerální tepelnou izolací obvodového zdiva Isover TF PROFI aby se zamezilo tepelným mostům. Minimální uložení překladů je stanoveno v projektové dokumentaci dle velikosti překlenovaného prostoru.

Nenosné překlady vnitřních zdí

Se nepoužijí, protože překlenutí otvorů ve vnitřních příčkách zajistí ocelové zárubně dveří.

Schodiště

Schodiště je umístěno mezi dvěma nosnými stěnami SENDWIX 16DF-LD tl. 200 mm a je přímo osvětlováno střešním světlíkem. Bude se jednat o prefabrikovaný železobetonový atypický výrobek. Schodišťová ramena jsou navržena a budou vyrobena jako samostatná s uložení na podestu. Podesty budou vetknuté uložené na nosném zdivu. V druhém nadzemním podlaží bude schodišťové rameno uchyceno do stropní konstrukce provázáním výztuží. Schodišťová podesta je navržena samostatně. Hrany prvků budou zkosené pod úhlem 45°. Do schodišťových ramen a podest se zabudují kotevní prvky pro uchycení zábradlí. Povrchová úprava schodiště budou keramické dlaždice. Schodišťových stupňů je 11 s výškou schodu 183 mm a šířkou schodu 265 mm. Sklon ramen schodiště je 34,6°. Šířka ramen schodiště zvolena 1150 mm. Návrh a posudek schodiště viz výkres č. 104 Řez. Statický posudek schodiště není součástí řešení této projektové dokumentace.

Střecha

Objekt bude krýt střecha s půl metrovým přesahem, kterou bude nést dřevěný krov, hambálková soustava. Střecha se skládá s krokvi profilu 100x160 mm, vazných trámů profilu 180x240 mm, kleštín profilu 80x160 mm, sloupků profilu 160x160 mm, vaznic profilu 160x180 mm a pozednic profilu 160x120mm. Pozednice budou kotveny do zdiva šrouby M16 s roztečí 1 m. Krokve jsou rozmístěny s roztečí 900 mm. Okrajové krokve sedí ve vnějším prostředí na pozednici a vaznici. Na krokve se nabije bednění pomocí hřebíků. Pojistná hydroizolace se položí na bednění a dále se pokračuje rozmístěním latí a kontralatí. Kontralatě se přichycují pomocí vrutů do krokví. Latě se uchycují taktéž ale do kontralatí. Sloupky krovu jsou zapřeny do vazného trámu. Vazný trám se ukládá 100 mm na obou stranách od obvodové stěny. Na závěr je třeba chemicky ochránit. Jedná se o dřevěnou konstrukci vystavenou venkovní vlhkosti a velkým změnám teplot. Chrání se proto povrchovou impregnací dřeva proti dřevokaznému hmyzu, dřevokazným houbám a plísním. Střecha, která je hranicí vytápěného prostoru splňuje se svou hodnotou součinitele prostupu tepla $U = 0,118 \text{ W/m}^2\text{K}$ a splňuje doporučené hodnoty $U_{\text{rec},20}=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ a pohybuje se v rozmezí doporučených hodnot pro pasivní domy $U_{\text{pas},20}=0,10-0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Střešní krytina

Střešní krytina je navržena z velkoformátových plechových taškových tabulí RUUKKI MONTERREY. Sklon střechy je 8° . Před položením samotné střešní krytiny a kontralatí se položí podstřešní fólie JUTAFOL D. Tato vrstva zabraňuje podtečení či zavátí sněhu do vnitřních prostor. Podstřešní fólie se standardně montuje rovnoběžně s okapovou hranou. Další pruh fólie se instaluje s příčným přesahem. Kotvení podstřešní fólie se provádí pomocí sponek a ve finální fázi je fólie připevněna přibitím kontralatí – které zajišťují odvětrávací mezeru pod střešní krytinou a fólií. Na okapové hraně se vytvoří přesah do žlabu přes první lať dle potřeby. Šablona se kotví pomocí 2 ks kotvicích šroubů k latím. Zámky šablon musí být spasovány v celé délce spoje. Slícované šablony navzájem spojíme, a to v celé délce a na každé vlně spojovacím šroubem. Kladení šablon začíná, pokud možno, od štítu a od okapu v řadách směrem nahoru. Na závěr se na střechu namontují sněhové zábrany.

Výplně otvorů

Okna

Jsou opatřena okenními křídly osazenými v plastových rámech s tepelně izolačním trojsklem. Použitým oknem je VEKRA Komfort EVO $U_w=0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$. Barevné provedení okna bude zevnitř i z venku v bílé barvě. Ovládací prvky okna budou provedeny z kovu. Všechny okna kromě prostor hygienických zázemí budou dodána s vnitřními horizontálními žaluziemi s manuálním ovládáním. Okna v prostorech hygienických zázemí budou opatřena sklem zkreslující pohled z vnějšího prostoru dovnitř. Okna a dveře se budou ke stěnám kotvit kotvami. Spáry mezi otvorovou výplní a stěnou se těsní po obvodu montážní polyuretanovou pěnou a parozábranou, z vnější strany bude doplněna difúzní fólie. Okna budou zajištěna proti rozbití v důsledku průvanu. Ovládání ventilačních otvorů musí být dosažitelné z podlahy, proto jsou okna v učebnách horizontálně dělena. Spodní díl okna je pouze výklopný a dosažitelný i pro menší osoby.

Venkovní dveře

Budou použité plastové VEKRA Komfort EVO $U_d=0,93 \text{ W/m}^2\text{K}$ s izolačním trojsklem. Barvené provedení bude stejné jako u oken. Dveře budou opatřeny bezpečnostním kováním s min. 2 bezpečnostními závory. Dále budou venkovní dveře opatřena dveřním zavíračem.

Vnitřní dveře

Všechny vnitřní dveře budou dřevěné plné a osazené do ocelových zárubní. S dveřmi bude dodáno kování a zámek.

Tepelné izolace

Soklová část domu bude zateplena deskami z extrudovaného polystyrenu tloušťky 120 mm, které se osadí do hloubky 735 mm od referenční výšky. Nad terén se izolace vytáhne do výšky 340 mm nad upravený terén po celém obvodu domu.

Obvodový plášť je izolován systémem ETICS z minerální vaty Isover TS Profi.

Nad druhým nadzemní podlažím je izolace stropů z minerální vaty vložena mezi jednotlivé vazníky tloušťky 200 mm a mezi latě položenými na nich tloušťky 80 mm.

Podlaha na zemině je izolována pěnovým polystyrénem typu Z pro podlahy s tloušťkou 140 mm.

Věnce a překlady jsou izolovány stejným materiálem jako obvodový plášť. Parapety oken a práh vstupních dveří bude izolován těžkou minerální vatou v tloušťce 40 mm.

Konstrukce	Tepelná izolace	Souč. tepelné vodivosti λ_D [W/(m·K)]	Tloušťka izolace [mm]
Základy (sokl)	SYNTHOS XPS PRIME G30L	0,036	120
Podlaha na zemině	RIGIPS EPS 100 Z	0,037	140
Strop nad 2.NP	ISOVER ORSIK	0,039	200+160
Strop nad 1.NP	RIGIPS EPS 100 Z	0,037	50
Obvodová stěna	ISOVER TF PROFI	0,037	240

Tab. 1 Použité tepelné izolace

Zateplení obvodového pláště – ETICS

Použitý zateplovací systém bude v souladu s předpisy pro ně platných. Zateplovací systém je navržen jako mechanicky kotvený a lepený. Při lepení izolačních desek se nesmí teplota ovzduší a desek pohybovat pod 5 °C. Lepicí hmota se nanáší po obvodu v pásu o šířce 50 mm a v ploše desky ve 3 bodech. Přilepeno musí být nejméně 40 % plochy desky. Tloušťka nanášené hmoty je max 20 mm. Desky se kladou bezprostředně po nanesení lepidla. Desky se lepí na sraz bez mezer. Do spár mezi deskami se dostat lepidlo, došlo by ke vzniku tepelného mostu s možností kondenzace. Uspořádání desek se provede na vazbu, se svisle převázanými spárami. Nesmí vzniknout křížový spoj. Kotvení desek se provede až po zatuhnutí lepicí hmoty. Kotvení se provede vždy ve stykových spárách jednotlivých desek a v ploše desky. Hmoždinky se kotví zapuštěním po povrch izolantu cca 20 mm s překrytím hlavy. Povrch desek se vyrovná nanesením stěrkové hmoty v tloušťce min. 2 mm s výztužnou sítovinou. Exponovaná místa budou armována 2x. Sítovina musí být dokonale kryta tmelem. Před nanesením poslední vrstvy se proveden penetrační nátěr. Povrchová úprava bude z omítky na silikonové bázi Baumit NanoporTop s fotokatalytickým efektem.

Výtah

V objektu je navržen trakční výtah bez strojovny – VOTOlift free IV. Dveře výtahu mají rozměr 900x2000mm. Přesné umístění otvorů na výtah určí výrobce výtahu. Výtahová kabina má nosnost 630 kg - 8 osob a rozměry 1100x1400mm. Výtah je plně bezbariérový. Výtahová šachta má sníženou podlahu a také je vyšší

než okolní strop pro splnění umístění všech potřebných zařízení spojených s provozem výtahu. Skladba stropu výtahové šachty je obdobná jako strop nad 2.NP.

Dělicí konstrukce

Nenosné příčky sestávají z cihel SENDWIX 4DF-LD. Pro napojení vnitřního zdiva na obvodové stěny je nutné použít speciální nerezové kotvy. Nerezové kotvy uchytit do obvodového zdiva již při zdění do připravené drážky. Vyzdívají se na vhodnou zvukově izolační podložku – asfaltový pás tloušťky 40 mm.

Podlahy

Podlaha na terénu

Podlaha na terénu má jako základní vrstvu monolitickou železobetonovou desku tloušťky 150 mm. Na desce je rozvinutá hydroizolační folie Stafol 914 a podklad pod hydroizolaci – textilie. Kotvení hydroizolace viz Izolace proti zemní vlhkosti. Poté je na této ploše rozmístěna tepelná izolace z pěnového polystyrénu typu Z tloušťky 140 mm. Na tepelné izolaci je položena separační vrstva z PE fólie, aby nedošlo k zatečení roznášecí vrstvy do tepelné izolace. Roznášecí vrstva je z anhydritové směsi HASIT 460 o tloušťce 30 mm. Povrchová úprava podlahy na zemině má dvě varianty, jedna s keramickou dlažbou a druhá s laminátovou podlahou. V případě keramické dlažby následuje vrstva lepícího tmelu Weber.For Profi s keramickými dlaždicemi LASSELSBERGER BASE. V případě laminátové podlahy následuje vrstva Mirelonu a na něj položení laminátové podlahy PULSE CLICK PUCL40088. Součinitel prostupu tepla vyhovuje pro obě tyto konstrukce $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ splňují doporučené hodnoty $U_{\text{rec}, 20} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Obě nášlapné vrstvy splňují požadavek součinitele smykového tření 0,3.

Podlaha s keramickou dlažbou nesplňuje pokles dotykové teploty podlahy s vypočtenou hodnotou $dT_{10} = 7,05 \text{ °C}$ pro požadavek poklesu dotykové teploty v kategorii III. méně teplé. Tento povrch je proto navržen pouze v místnostech chodba, hygienické místnosti atd. a skladba konstrukce podlahy bude doplněna o podlahové vytápění.

Podlaha s laminátem splňuje pokles dotykové teploty podlahy s vypočtenou hodnotou $dT_{10} = 2,43 \text{ °C}$ pro požadavek poklesu dotykové teploty v kategorii II. teplé. Tento povrch je navržen v místnostech učeben, zázemí učitelů, víceúčelového sálu atd.

Přestože bylo provedeno posouzení na pokles dotykové teploty, jen tento posudek pouze informativní. V konstrukci je navrženo podlahové vytápění, což je podlaha s povrchovou teplotou trvale vyšší než 26 °C, takže tento požadavek se nemusí ověřovat.

Podlaha v druhém nadzemním podlaží

Základní vrstvou podlahy je nosná konstrukce ze SPIROLL panelů o tloušťce 250 mm. Na této nosné konstrukci je položena kročejová EPS izolace tloušťky 50 mm. Na tepelné izolaci je položena separační vrstva z PE fólie, aby nedošlo k zatečení roznášecí anhydritové vrstvy do tepelné izolace. Následně se povrchové vrstvy odlišují dle dvou variant podobně jako u podlahy na terénu.

Pro podlahy platí předpis pro mezní odchylky od celkové a místní rovinnosti povrchu vodorovných ploch, který musí být dodržen.

Konstrukce sádrokartonářské

Podhledy stropů v prvním i druhém nadzemním podlaží budou řešeny v sádrokartonovém systému SDK. Desky se šroubují k plechovým CD profilům. Styk příčných hran desek musí být umístěn na montážním profilu. Montážní CD profily jsou k nosnému stropu připevněny přímo do nosného stropu. V prostorách hygienických zázemí se SDK podhledy zhotoví ze sádrokartonových desek odolných vůči vodě a vlhkosti. Spoje SDK desek se vyplní akrylátovým trvale elastickým tmelem, stejně se zapraví i styčná plocha mezi omítkou a SDK deskou. SDK systém musí být dodán od jediného výrobce, aby se zaručila kompatibilita konstrukce. Nad ocelovými profily musí být natažena pojistná parotěsná folie s přelepením.

V prvním i druhém nadzemním podlaží se nachází předstěnové systémy Rigips o tloušťce 150 mm. Obvodové profily předstěny se opatří před osazením samolepicím napojovacím těsněním Rigips. Následně se připevní k návazným konstrukcím pomocí plastových natloukacích hmoždinek. Rozteč svislých CD profilů je 625 mm. Maximální vertikální rozteč třmenů je 1 250 mm.

Obvodové profily příčky se opatří před osazením samolepicím napojovacím těsněním Rigips, následně se připevní k návazným konstrukcím pomocí plastových natloukacích hmoždinek. Vzájemná rozteč připevnění je max. 800 mm. Rozteč sloupků se volí podle rozměru desek opláštění, maximálně však 625 mm.

Akustické izolace

Při montáži stropní konstrukce je třeba dodržet zásady, aby nedocházelo k šíření zvukových vln do svislých konstrukcí. Betonová mazanina nebo cementový potěr musí být oddělen od svislé konstrukce PE zvukoizolační podložkou, na kterou se až pokládá další stavební materiál. Potrubí technických instalací musí být uložena pružně. Průchodu potrubí ve stavební konstrukci je nutno obalit pěnovou potrubní izolací. Odpadní potrubí budou v kritických místech opatřena zvukovou izolací.

Strop nad prvním nadzemním podlažím bude opatřen kročejovou izolací z pěnového polystyrénu typu Z tloušťky 50 mm.

Aby nedocházelo k velkému přenosu ruchu z víceúčelového sálu, je nosná stěna mezi víceúčelovým sálem a ostatními částmi budovy vyzděna z akustických cihel SENDWIX 8DF-LP AKU tloušťky 240 mm.

Tesařské konstrukce

Madlo zábradlí schodiště bude zhotovené z dubu o průměru 42 mm.

Pódium ve víceúčelovém sále bude zhotoveno na míru pro dané potřeby. Návrh prvků, ze kterých bude pódium sestávat je následovný:

- Nášlapná vrstva: OSB desky tl. 20 mm
- Vaznice: 90x90mm á 1 m
- Sloupky: 90x90mm á 1 m
- Příčné ztužení: 60x20 mm
- Vodorovné ztužení: 60x20 mm

Okna na chodbách se opatří zábradlím ve výšce 1000 a 700 mm. Zábradlí bude vytvořené z dvou prken o výšce 200 mm a tloušťce 25 mm. Uchycení zábradlí do stěny se provede kovovými konzolami.

Klempířské konstrukce

Veškeré klempířské prvky svody, okapy, parapety, oplechování komínu probíhající skrz střešní plášť jsou řešeny z běžného titan-zinkového plechu. Veškeré tyto prvky budou vyvedeny ve stejném odstínu. Plech bude mít tloušťku minimálně 0,7 mm.

Zábradlí schodiště kromě madla bude zhotoveno z nerezových tyčových polotovarů.

Na severovýchodní straně domu bude umístěn požární žebřík, kterým bude možno vylézt na střechu víceúčelového sálu a odtud dále nad druhé nadzemní podlaží zbytku objektu. První žebřík bude příčlový a svislý s ochranným košem ukotvený do obvodové stěny objektu. Spodní část žebříku bude vytahovací. Celková stoupací výška činí 5,7 m. Návazný žebřík bude též příčlový a svislý, ale již bez ochranného koše. Stoupací výška je 2,8 m.

Konstrukce okapových chodníků

Okolo objektu bude vybudovaný okapový chodník tvořený stavebním kamenivem (kačírkem) frakce 16-22 mm. Kamenivo bude vyspádováno s 2 % spádem směrem od domu. Na rozhraní kameniva a zeminy bude položen betonový zahradní obrubník PRESBETON ABO 12-20 s rozměry 1000x50x200mm uložený do betonového lože C16/20.

Konstrukce venkovních zpevněných ploch

Všechny zpevněné venkovní plochy budou provedeny formou dláždění. První vrstvou podkladního souvrství bude provedeno lože zhotovené z drceného kameniva a šterkodrtě. Vrstvení ložných vrstev kameniva je možné realizovat až po dosažení požadované hodnoty pevnosti a únosnosti podkladní zeminy. Nové zpevněné plochy budou lemovány betonovými patníky PRESBETON ABO 12-20 uloženými do lože z betonu C16/20. Dešťové vody budou svedeny přímo na okolní nezpevněné plochy dle nákresu v Koordinační situaci.

Parkovací plocha a pojezdové plochy pro vozidla do 3,5t budou z dlažby BEST o tloušťce 80 mm. Plocha, kde bude parkovací plocha se odkope do hloubky 510 cm. Dno se vysype šterkopískem frakce 0-8 mm a výšce 100 mm. Následně se plocha vyplní drceným kamenivem frakce 0-63 mm a tloušťce vrstvy 250 mm. Poté se položí vrstva tloušťky 50 mm o jemnější frakci 8-16 mm a pokračuje se poslední vrstvou. To bude kladecí vrstva frakce 2-4 mm a výšce 30 mm. Plochy spádovat sklonem 2 % do dešťových kanálů.

Uložení retenční nádrže a odlučovače lehkých kapalin

Výkop pro šachtu se vytvoří v půdorysném rozměru prvku. Proveďte se betonáž dna o tloušťce 100-150 mm. Na vyzrálé betonové dno zbavené ostrých výstupků a nečistot se umístí plastová nádrž. Před zásypem se nádrž celá napustí vodou a po dokončení se připravené vstupní a výstupní potrubí kanalizace napojí na

nádrž. Stěny plastové nádrže obsypat sušším betonem. V úrovni terénu se na nádrž osadí poklopy.

Úpravy povrchů

Veškeré dřevěné konstrukce jsou dokončené ochrannými nátěry proti dřevokaznému hmyzu a houbám a plísním. Všechny kovové prvky jsou dokončeny základním a vrchním nátěrem.

Na zděné stěny a příčky se z vnitřní strany použije vápenosádrová omítka Baumit MPI 20 v tloušťce vrstvy 7 mm. V hygienických místnostech budou stěny obloženy keramickými obklady do výšky 1,6 m. Na strop v prvním nadzemním podlaží bude použita vápenosádrová omítka Baumit MPI 20 v tloušťce 6 mm. V celém objektu budou použité vápenné malby.

Povrchová úprava vnější opláštění viz Zateplení obvodového pláště – ETICS.

V objektu budou použity dva druhy nášlapných vrstev, buď keramická dlažba nebo laminátová podlaha. Volba typu je dle daného provozu v místnosti.

Místnost 120 Víceúčelový sál z hlediska zpracování akustického posudku bude obsahovat dodatečné akustické obklady. Jejich volba a specifikace stanovena v D.1.4 Architektonicko-stavební řešení část prostorová akustika.

Tepelně technické posouzení obvodových konstrukcí

Ozn.	Název konstrukce	U_N $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$	U_{rec} $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$	U $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$	Hodnocení
S5	Obvodová stěna	0,30	0,25	0,16	VYHOVUJE
S1	Podlaha na zemině – Dlažba	0,45	0,30	0,20	VYHOVUJE
S6	Strop na půdu	0,60	0,40	0,14	VYHOVUJE
S8	Střecha – zateplená	0,24	0,16	0,13	VYHOVUJE
S11	Strop výtahové šachty	0,60	0,40	0,15	VYHOVUJE
S12	Stěna výtahové šachty sousedící se zeminou	0,45	0,30	0,27	VYHOVUJE
S13	Stěny světlíku	0,60	0,40	0,15	VYHOVUJE
S2	Podlaha na zemině – Laminát	0,45	0,30	0,19	VYHOVUJE
U_N – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 [19] U_{rec} – doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 [19]					

Tabulka 4 Součinitele prostupu tepla

Ozn.	Název konstrukce	$f_{Rsi,N}$ [–]	f_{Rsi} [–]	Hodnocení
S5	Obvodová stěna	0,840	0,961	VYHOVUJE
S1	Podlaha na zemině – Dlažba	0,605	0,952	VYHOVUJE
S6	Strop na půdu	0,763	0,965	VYHOVUJE
S8	Střecha – zateplená	0,840	0,968	VYHOVUJE
S11	Strop výtahové šachty	0,568	0,964	VYHOVUJE
S12	Stěna výtahové šachty sousedící se zeminou	0,605	0,934	VYHOVUJE
S13	Stěny světlíku	0,568	0,964	VYHOVUJE
S2	Podlaha na zemině – Laminát	0,605	0,953	VYHOVUJE
$f_{Rsi,N}$ – požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu dle ČSN 73 0540-2 f_{Rsi} – teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN 73 0540-2 [19]				

Tabulka 5 Teplotní faktor vnitřního povrchu

Ozn.	Název konstrukce	M_C $\left[\frac{kg}{m^2a}\right]$	$M_{C,N}$ $\left[\frac{kg}{m^2a}\right]$	Hodnocení
S5	Obvodová stěna	0,279	0,500	VYHOVUJE
S1	Podlaha na zemině – Dlažba	0,019	0,053	VYHOVUJE
S6	Strop na půdu	-	0,100	VYHOVUJE
S8	Střecha – zateplená	0,013	0,100	VYHOVUJE
S11	Strop výtahové šachty	-	0,100	VYHOVUJE
S12	Stěna výtahové šachty sousedící se zeminou	0,010	0,420	VYHOVUJE
S13	Stěny světlíku	-	0,500	VYHOVUJE
S2	Podlaha na zemině – Laminát	0,015	0,053	VYHOVUJE
M_C - množství zkondenzované vodní páry $M_{C,N}$ - limitní množství zkondenzované vodní páry dle ČSN 73 0540-2 [19]				

Tabulka 6 Šíření vodní páry v konstrukci

b) Výkresová část

Výkresy byly provedeny dle ČSN 01 3420 [15].

Č. výkresu	Název výkresu	Měřítko	Formát
101	Koordinační situace	1:250	A3
102	Půdorys 1.NP	1:50	A1
103	Půdorys 2.NP	1:50	A1
104	Řez	1:50	A1
105	Sestava stropních dílců	1:50	A1
106	Sestava stropních dílců – řezy	1:50	A2
107	Základy	1:50	A1
108	Základy – řezy	1:50	A2
109	Půdorys střechy	1:50	A1
110	Pohledy – JV, JZ	1:100	A2
111	Pohledy – SV, SZ	1:100	A2

c) Statické posouzení

Není předmětem řešení diplomové práce.

d) Plán kontroly spolehlivosti konstrukcí

Není předmětem řešení diplomové práce.

D.1.3 Požárně bezpečnostní řešení

Není předmětem řešení diplomové práce.

D.1.4 Technika prostředí staveb

a) Technická zpráva

Klimatické údaje

Stavba se nachází v obci Šumperk. Pro tuto lokalitu byly použity nejbližší místa s klimatickými údaji.

Pro výpočet vzduchotechniky byly použité podklady klimatických dat z normy ČSN 12 7010:

	léto	zima
Návrhová venkovní teplota	32 °C	-20,2 °C
Entalpie venkovního vzduchu	64,9 kJ/kg	-
Relativní vlhkost vzduchu	-	100 %

Tepelně technické výpočty

Výpočet tepelných ztrát, tepelné stability a průkazu budovy využívají vlastních klimatických dat. Výpočet stanoven pomocí návrhového softwaru DEKSOFT. Nejprve byly aplikací 1D stanoveny součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 5040-2 [19] a ČSN EN ISO 6946 [20], protokol v příloze č. 24. Pomocí aplikace TZB byly vypočítány tepelné ztráty budovy po místnostech dle ČSN EN 12831-1 [21], protokol v příloze č. 27. Z důvodu předpokládaného nuceného větrání v celé budově bylo přirozené větrání zanedbáno. Pomocí aplikace Komfort byla spočtena tepelná stabilita místnosti dle ČSN 73 5040-2 [19] v zimním i letním období, protokol v příloze č. 26. Kontrola vybraných detailů proběhla v aplikaci 2D dle ČSN EN ISO 10211 [22] a ČSN 73 5040-2 [19], protokol v příloze č. 25. Poslední aplikací, která byla použita byl aplikace Energetika, díky níž byl spočítán energetický průkaz, průkaz v příloze č. 29 a protokol příloha č. 30.

Tepelná stabilita – Tepelná bilance

Tepelná ztráta prostupem	9,342 kW
Tepelná ztráta infiltrací	7,500 kW
Tepelná ztráta nuceným větráním	17,216 kW
Výkon ohřívače pro větrání	10,125 kW
Objem budovy	3552,580 m ³

Předpis č. 268/2009 Sb. [3] stanoví, že budova musí být ověřena z hlediska tepelné stability. Tepelná stabilita místností byla provedena softwarem DEKSOFT Komfort pro nejnepříznivější místnost jak v zimě, tak v létě a je uvedena v příloze č. 26. V zimě to je místnost s největším průměrným součinitel prostupu tepla a v létě to je místnost s nejvíce plochami orientovanými na jih.

Pro léto byly tedy vybrány místnosti 102 Víceúčelový sál a 206 Učebna. V zimě byly zase ověřovány místnosti 102 Víceúčelový sál a 210 Učebna.

Ozn.	Název	Požadovaná nejvyšší teplota vzduchu $\theta_{ai,max,N}$	Vypočtená nejvyšší denní teplota vzduchu $\theta_{ai,max}$
		[°C]	[°C]
102	Víceúčelový sál	27,00	36,28
206	Učebna	27,00	30,65

Tabulka 7 Letní stabilita

Ozn.	Název	Požadovaná hodnota poklesu $\Delta\theta_{v,N}$	Maximální doba otopné přestávky t
		[°C]	[h]
102	Víceúčelový sál	6,00	8,50
210	Učebna	6,00	10,75

Tabulka 8 Zimní stabilita

Z výsledků lze vyčíst, že v letním období bude nutné budovu chladit. Předmětem této práce je návrh chlazení pouze v místnosti 102. Pro zimu v horším případě vychází doba maximální otopné přestávky na 8,5 h.

Pokud jsou tepelné ztráty v průběhu útlumu zanedbatelné, z důvodu vysoké úrovně tepelné izolace i nízké intenzity větrání v průběhu útlumu, lze zátopový součinitel zanedbat. Norma ČSN 73 0331 [23] doporučuje v době mimo provozní dobu udržovat v místnostech teplotu okolo 16 °C. To je vhodné pro podlahové vytápění, které se bude udržovat na určité nižší teplotě, aby protože jeho doba nahřátí je dlouhá.

Zdroje tepla

Hlavním zdrojem tepla v budově budou dvě paralelně zapojená tepelná čerpadla Regulus vzduch/vody 420 o jmenovitém výkonu 14,55 kW.

Získané teplo z těchto zdrojů se bude akumulovat do akumulární nádrže Regulus HSK1700 PR o objemu 1700 litrů. V nádrži budu vložena tři elektrická topná tělesa REGULUS ETT-C s celkovým výkonem 27 kW. Elektrická topná tělesa budou provozována bivalentně paralelně tzn. elektrické patrony spínají při nedostatečném výkonu při nízkých venkovních teplotách. Akumulační nádrž v sobě ukrývá též výměník teplé vody. Dle technického podkladu výrobce je nádrž schopna průtokově ohřívat až do objemu 423 l při průtoku vody 20 l/min. Z toho důvodu není navržen dodatečný zásobník teplé vody, protože vzhledem k potřebám teplé vody by nebyl ekonomicky vhodný.

Řízení zdrojů tepla zajistí systémová ekvitermní regulace se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu. V elektrotechnické části je nutné provést návrh řízení a regulování soustavy. Tuto dokumentaci zajistí profese měření a regulace soustav a není součástí této projektové dokumentace. Podmínkou je, aby regulace zajišťovala provoz otopného systému hospodárný a šetrný k životnímu prostředí.

Schéma zapojení viz projektová dokumentace výkres č. 121.

Tepelné čerpadlo

Tepelná čerpadla Regulus vzduch/voda 420 nabízejí pouze venkovní jednotku, která bude doplněna čerpadlovou skupinou s regulací. Výkon tohoto tepelného čerpadla není modulovaný. Topný faktor při podmínkách A2/W35 tepelného čerpadla je následující:

$$COP = \frac{P_{T\check{c}}}{P_{kompresor}} = \frac{13,87}{3,92} = 3,54 \quad (2)$$

$P_{T\check{c}}$ výkon tepelného čerpadla [kW]

$P_{kompresor}$ výkon kompresoru tepelného čerpadla [kW]

Sezonní topný faktor SCOP tepelného čerpadla vychází 3,71. Třída energetické účinnosti čerpadla je A+.

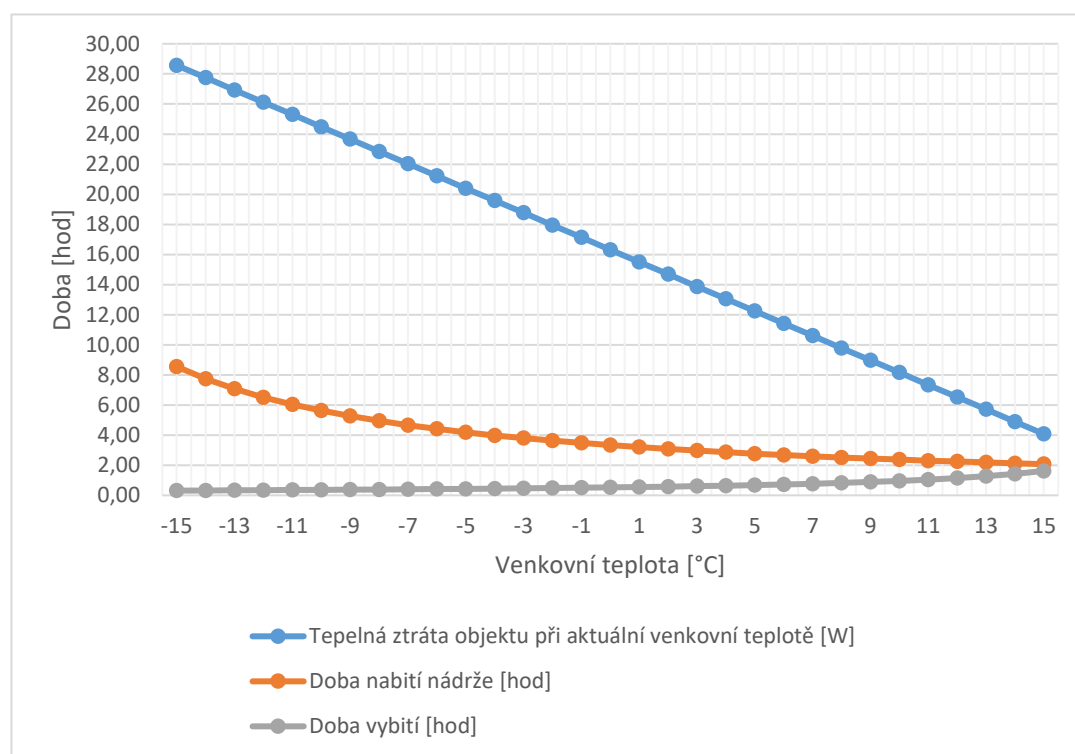
Oběhové čerpadlo bude zapojeno v externím zapojení. Na oběhovém čerpadle se nastaví teplotní difference pomocí rychlosti oběhového čerpadla. Správné nastavení oběhového čerpadla uvádí následující tabulka:

Venkovní teplota (°C)		-10	-5	0	+5	+7	+10
CTC EcoAir 415	Výstupní teplota 35 °C	4 °C	4,5 °C	5,5 °C	6,5 °C	7 °C	7,5 °C
	Průtok = 0.55 l/s						
CTC EcoAir 420	Výstupní teplota 35 °C	4 °C	4,5 °C	5,5 °C	6,5 °C	7 °C	7,5 °C
	Průtok = 0.64 l/s						

Tabulka 9 Nastavení oběhových čerpadel tepelných čerpadel. Převzato z technického podkladu výrobce.

Bivalentním (záložním) zdrojem tohoto alternativního zdroje tepla budou tři elektrická topná tělesa Regulus ETT-C s celkovým výkonem 27 kW. Ty nejenom zajistí dostatečný tepelný výkon při poruše jednoho z čerpadel, ale budou sloužit také jako dodatečný tepelný výkon při poklesu venkovní teploty pod -6,6 °C, alternativně jedno tepelné čerpadlo poskytuje dostatečný výkon do +3,2 °C. Při této teplotě dochází k takzvanému bodu bivalence. Od této teploty tepelná čerpadla nejsou schopná dodat potřebné teplo do otopné soustavy a je nutné dodatečné teplot získat z dalšího zdroje. Bod bivalence vypočten v příloze č. 11 a bilance v souladu s TNI 73 0351 [24] a její výsledky jsou v příloze č. 12. Návrh čerpadla proveden v souladu s ČSN EN 15316-4-2 [25] a ČSN EN 15450 [26].

U tepelného čerpadla je nežádoucí jev častého spouštění a vypínání, jelikož dochází ke snižování životnosti zařízení. Pro prodloužení doby, po kterou čerpadlo pracuje je použita akumulční nádrž. Akumulační nádrž o objemu 1700 l prodlouží jeden cyklus při venkovní teplotě 2 °C na 7 h 56 min a při teplotě -15 °C 37 h 30 min. Pokud je to vyžadováno, lze zkrátit dobu nabíjení pomocí elektrických topných těles. Výpočet doby nabíjení a vybíjení akumulční nádrže popsáno v příloze č. 13.



Graf 3 Doba vybíjení a nabíjení akumulční nádrže

Tepelné čerpadlo je vybaveno funkcí odmrazování pomocí přehřátých par. Samo si kontroluje, zda je potřeba odmrazit. Pokud potřebuje odmrazit, spustí se odmrazování, přičemž se zastaví ventilátor, čtyřcestný ventil v tepelném čerpadle změni směr proudění a přehřáté páry chladiva jdou do výparníku. Je nutné jej vybavit záložním zdrojem elektřiny k napájení oběhového čerpadla, protože je nutné zajistit, aby toto čerpadlo běželo nepřetržitě, jelikož při venkovní teplotě pod 2 °C by mohlo dojít k zamrznutí kondenzátoru tepelného čerpadla.

Odvod kondenzátu se zajistí trubkou průměru 42 mm, která svede kondenzát do nezmrazné hloubky. Prostor okolo a pod trubkou se vyplní štěrkem pro lepší vsakování. Za den provozu může podle podmínek vzniknout až 70 litrů zkondenzované vody

Tepelná čerpadla se musí umístit na betonový základ před domem. Výška betonového základu bude dosahovat 150 mm od upraveného terénu. Půdorysné rozměry betonového základu jsou 1300x750 mm.

Vedení mezi akumulční nádrží a tepelným čerpadlem bude provedeno potrubím z mědi. Potrubí se naplní nemrznoucí směsí propylenglykol 40 % + voda 60 %. Průměr potrubí bude stejný jako přípojovací rozměr tepelného čerpadla. Připojení tepelného čerpadla se provede opletenou difúzně těsnou hadicí. Doporučená délka hadice je 1000 mm. Tak se nebudou přenášet vibrace tepelného čerpadla do objektu a budou vykompenzované případné pohyby čerpadla. V nejvyšším bodě na tomto potrubí se musí namontovat automatický odvzdušňovací ventil. Potrubí je nutné řádně izolovat. Izolace bude s tloušťkou stěny 35 mm a bude odolná vodě. V obvodové stěně se musí vytvořit otvor pro prostup potrubí. Volný prostor mezi potrubím a stěnou se zastříká PUR izolací, aby nedošlo k vytvoření tepelného mostu. Mezi budovou a betonovým základem pro čerpadlo povede potrubí zemí v hloubce 50 cm. Vedení se ochrání plastovou chráničkou. K primárnímu okruhu je navržena expanzní nádoba, která je vyžadovaná výrobcem. Před napuštěním se nesmí zapomenout primární okruh důkladně vypláchnout.

Pro správnou regulaci obou čerpadel je jenom jedna čerpadlová skupina vybavena regulací. Druhé čerpadlo bude vybaveno pouze regulací PWM a bude přijímat signály od nadřazené regulace. Ovládání systémovou ekvitermní regulací bude provedeno díky modulu, jež je možné dokoupit s čerpadlem.

Elektrická instalace, montáž a zapojení tepelného čerpadla musí provést oprávněná osoba. Zapojení elektrické instalace musí odpovídat platným předpisům.

Elektrické topné těleso

Elektrické topné těleso ETT-C pokrývá potřeby tepla, když tepelná čerpadla nenabízí dostatečný výkon. Proto topné patry zastupují bivalentní zdroj energie. Slouží jako rezervní a také jako doplňující zdroj tepelné energie. Topná tělesa se vloží do akumulční nádrže. Jsou pro přizpůsobené vstupy, kde je lze umístit. Tělesa jsou odporová a neobsahují termostatické hlavice. Materiálem tělesa je měď. Topná tělesa budou umístěna v horní i dolní části akumulční nádrže. Jejich celkový výkon činí 27 kW. Svým výkonem nejsou schopny kompletně zajistit potřeby teplé energie za obě tepelná čerpadla. Porucha obou tepelných čerpadel není předpokládána.

Pokud by došlo k dočasnému vyřazení tepelných čerpadel, topné patrony jsou plně náhradním zdrojem do venkovní teploty $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vzhledem k nízkému výskytu venkovních teplot pod tuto hranici a také mnohem vyšší průměrné venkovní teploty v otopné teploty, je situace nedostatečného výkonu nepravděpodobná. Využití plného výkonu všech patron není předpokládáno v častý intervalech. Pořízení elektrokotle zajišťujícího potřebný výkon i bez tepelných čerpadel je vzhledem k popisu situace nevhodné. Zapínání těchto topných těles vede zásadnímu ekonomickému zhoršení při užívání soustavy a také k výraznějšímu nepříznivému vlivu na životní prostředí. Spouštění elektrického topného tělesa bude zajišťovat regulace systému.

Akumulační nádrž

Pro akumulaci je navržena nádrž Regulus HSK 1700 PR. Tato nádrž je určena pro ohřev a akumulaci vody pro vytápění v domácích či průmyslových aplikacích. V akumulaci nádrži se ohřívá otopná voda několika zdroji tepla, tepelnými čerpadly nebo případně elektrická topná tělesa.

Nádrž je dělena dělicím plechem, pro stratifikaci vody. Plech umožňuje lepší stratifikaci nádrže. Takto je dostupná dostatečná zásoba teplé vody, i když je vyčerpána spodní část akumulace pro topení. Plech také umožňuje automatické spuštění doplňkových zdrojů energie zvláště pro topení a zvláště pro teplou vodu po vyčerpání tepla z nádrže.

V akumulaci nádrži ohřívá otopná voda vnořený nerezový výměník TV. Vnořený nerezový výměník teplé vody je dle technických podkladů schopen nahradit zásobník teplé vody. Jakmile je z odběrného místa odebírána teplá voda, do vnořeného výměníku přitéká studená voda, která se ohřeje od otopné vody. Při průtoku vody 20 l/min je schopen zajistit až 423 l teplé vody. Akumulační nádrž se připojuje se ke zdrojům energie pomocí spojovacího šroubení. K nádrži se dokoupí také tepelná izolace, která je dostupná jako příslušenství.

Výpočet popsán v příloze č. 13 Doba nabíjení a vybíjení akumulaci nádrže.

Dále byla stanovena tepelná ztráta zásobníku. Výpočet proveden dle ČSN EN 15316-4-3 [27].

Celkový činitel tepelné ztráty zásobníku:

$$U_{st} = 0,16 \cdot \sqrt{V_{AK}} = 0,16 \cdot \sqrt{1650} = 6,499 \text{ W/K} \quad (3)$$

V_{AK} objem akumulární nádrže [l]

Denní měrná tepelná ztráta zásobníku:

$$Q_{wst} = \frac{U_{st} \cdot (t_w - t_a) \cdot 24}{V_{AK}} = \frac{6,499 \cdot (50 - 15) \cdot 24}{1650} = 3,309 \text{ kWh/l} \cdot \text{den} \quad (4)$$

t_w střední teplota média v nádrži [°C]

t_a teplota v okolní nádrže [°C]

Příprava teplé vody

Příprava teplé vody bude probíhat v akumulární nádrži. Více viz Akumulační nádrž. Aby nebyla teplota teplé vody vyšší než 50 °C, musí se přívodní větev za akumulární nádrži opatřit směšovacím ventilem IVAR.MIX 3.

Potřeba teplé vody byla vypočítána v příloze č. 1.

Otopná soustava

Návrh otopné soustavy vychází z požadavků pro konkrétní budovu. Zásadními předpoklady pro návrh soustavy byly vlastnosti tepelného zdroje. Jedná se tedy o soustavu nízkoteplotní, uzavřenou, dvourubkovou s dolním horizontálním rozvodem a nuceným oběhem topné vody. Pro otopná tělesa je uvažován teplotní spád 55/45 °C a pro podlahové vytápění uvažován teplotní spád 35/30 °C. Pro oba teplotní spády jsou uvažovány samostatné okruhy. Požadovaného teplotního spádu se dosáhne směšovací ventilem IVAR.MIX 3. Vztah vedení přívodního a vratného potrubí je protiproudý. Vratné potrubí je vedeno souběžně s přívodním, ale s opačným směrem proudění. Materiál rozvodného potrubí otopné soustavy je statický polypropylen PP-R Instaplast S3.2. Tímto potrubím se rozvede otopná voda k radiátorům tak i k rozdělovačům podlahového vytápění. Materiál potrubí mezi tepelnými čerpadly a akumulární nádrží bude z mědi. Většinu škod v otopných soustavách vytváří koroze vyvolaná trvalou přítomností kyslíku v otopné soustavě. Nejvíce kyslíku obsahuje otopná voda po napuštění soustavy. Voda z vodovodního

řádu obsahuje asi 8 mg O₂/l jak uvádí publikace [28]. Je proto nutno navrhovat odvzdušňovací ventily.

Náležitou funkci soustavy vytápění jsou uzavírací, vypouštěcí a regulační armatury, jež musí být osazeny na místech, která jsou dostatečně přístupná. Dokonalé odvzdušnění se dosáhne spádováním rozvodů k místům vypouštění. Odvzdušnění se musí nacházet na nejvyšších místech soustavy.

Dimenze vertikálních a horizontálních rozvodů a jejich vedení viz výkres č. 122, 123, 124 a 125. Výkresy provedeny v souladu s ČSN 01 3452 [29] a podkladu [30].

Vedení potrubí

Soustavy se spodním rozvodem mají hlavní ležatý rozvod veden nejnižším podlaží. V tomto případě to je v podlaze prvního nadzemního podlaží. Odtud jsou napojeny jednotlivé vertikální větve. Okruhy obou teplotních spádů povedou v podlaze souběžně. Rozvod otopné vody k otopným tělesům je kombinován s horizontálním a vertikálním způsobem. Naopak otopné okruhy podlahového vytápění jsou k rozdělovačům vedeny hvězdicovým způsobem, jak bývá u těchto soustav zvykem.

Rozteč dvoutrubkové soustavy, zpětného a přívodního potrubí, je 50 mm. Potrubí je vedeno 70 mm nad podlahou a 20 mm od stěny.

Pokládání potrubí probíhá tak, aby se zamezilo vzniku vzduchových polštářů. Tomu má pomoci pokládání ve spádu do cca 0,3 % [31]. Potrubí vedené v podlaze se klade beze spádu.

Statický polypropylen PPR se spojuje mechanickými spojkami.

Při vedení potrubí je také nutné dávat pozor na délkové roztažnosti, které je třeba kompenzovat. Více viz Teplotní roztažnosti potrubí.

Otopná tělesa

Tepelný výkon do místností budou dodávat desková otopná tělesa RADIK KLASIK od společnosti Korado. Tato tělesa budou doplňovat výkon tam, kde by podlahové topení nebylo vhodné nebo neekonomické. Dále také budou doplňovat výkon podlahového vytápění. Otopná tělesa byla navržena v několika typech, aby co nejlépe pokrývala tepelné ztráty místností a docházelo tak k co nejmenšímu přetápění místností. Tělesa byla navržena v rozměrech a typech s přihlédnutím tepelných ztrát

místností. Tělesa by neměla místnost přetápět ani nedotápět. Tělesa je nutné přepočítat dle aktuálního usazení v místnosti, proto jejich přepočet proběhl dle ČSN 06 1101 [32], [33] a [34], viz příloha č. 3. Do výkonů otopných těles byly připočítány tepelné ztráty přípojovacího potrubí. K výpočtu byl použit zdroj [33].

Pokud to dispozice dovoluje, měla by se otopná tělesa umisťovat přednostně pod okna, směřující na chladnější světovou stranu [31]. Takto dochází ke kompenzaci sálání chladného vzduchu od výplní otvorů. Bohužel vzhledem k omezením, která vytváří jiná výbava místností, toho nelze dosáhnout. Půdorysné umístění je patrné z výkresové dokumentace.

Správný výkon lze dosáhnout pouze pokud tělesa budou usazena 10 cm od stěny a 15 cm od podlahy. Všechna otopná tělesa mají shodnou výšku 70 cm, což znamená že budou pouze 2,5 cm pod úrovní parapetů oken. Jiné uložení těles, než je dáno v této technické zprávě, může nepříznivě ovlivnit jejich výkon.

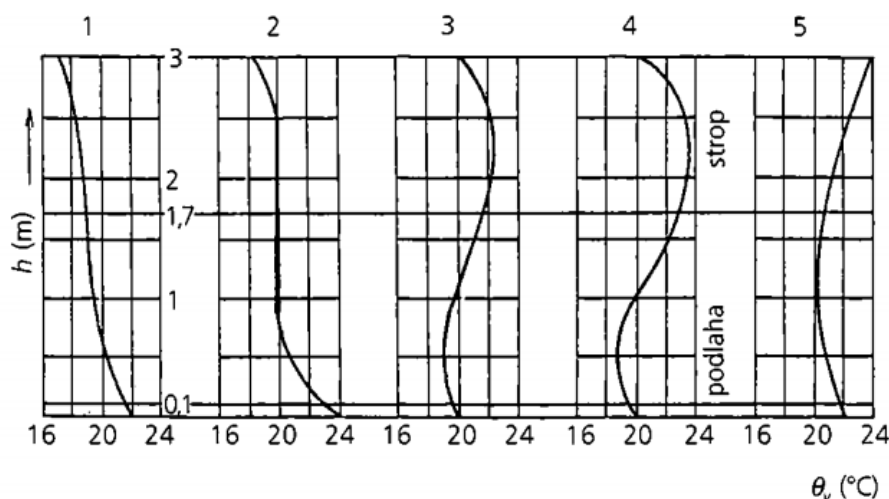
Uchycení deskových otopných těles je provedeno pomocí stěnových kovových konzol.

Všechna desková otopná tělesa budou připojena klasicky, tedy přívodní otopná voda připojená nahoře a vratná otopná voda dole.

Podle vyhlášky č. 151/2001 Sb. [35] se každé otopné těleso opatří ventilem s uzavírací a regulační schopností s regulátorem pro zajištění místní regulace a u dvoubodového napojení regulačním šroubením [31]. Otopná tělesa také budou opatřena odvzdušňovací ventilem dle výkresové dokumentace.

Podlahové vytápění

Podlahové vytápění bylo zvoleno v pobytových prostorech z důvodu požadavku na povrchovou teplotu podlahy v učebnách a dále podlahové topení zajišťuje lepší rozložení teplot a s tím zlepšuje tepelnou pohodu uživatelů. Z hlediska rozložení teplot je dle předpisu č. 410/2005 Sb. [4] požadavek na rozdíl teplot mezi úrovní hlavy a kotníků, kterého by mělo být tímto splněno. Při návrhu posloužili publikace [36].



- | | | | |
|---|------------------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | ideální | 4 | otopné těleso na interiérové stěně |
| 2 | podlahové | 5 | stropní |
| 3 | otopné těleso na exteriérové stěně | | |

Obrázek 3 Vertikální průběh teplot. Převzato ze [36]

Systém podlahového vytápění byl zvolen od společnosti IVAR. Jedná se o systém se systémovou izolační deskou TB 20 P 05 vyrobenou z expandovaného polystyrénu. Na desce jsou nopy umožňující snadnou instalaci topných smyček. Smyčky jsou uchyceny s vysokou pevnostní fixací a variabilitou osových vzdáleností potrubí dané smyčky. Nopy zároveň poskytují dobrý kontakt se dnem desky a umožňují dokonalé zatečení anhydritové mazaniny. Tloušťka roznášecí vrstvy je 50 mm. Možné osové vzdálenosti: 75, 150, 225 a 300 mm. Otopné hady se připojí k rozdělovačům podlahového vytápění. Žádný z okruhů nesmí překročit délku hadu 100 m. Rozmístění rozdělovačů je patrné z výkresové dokumentace. Mezi okruhy je třeba vyhradit prostor pro dilatační spáry tl. 8 mm – FV dilatační pás FV THERM. Dále bude dilatace uvažována po obvodu místnosti. Dilatace má dvě funkce – pojmout objemové změny v podlaze a odhlučnění podlah. U litých anhydritových podlah také plní funkci v průběhu realizace, kdy separuje litou směs od svého materiálu jako jsou zdi. Ze stejného důvodu je pod systémovou deskou vložena PE fólie, jež má zabránit zatékání anhydritové směsi níže do skladby podlahy.

Roznášecí vrstvou budou zality trubky podlahového vytápění. Jedná se o vícevrstvá potrubí IVAR ALPEX TURATEC – 16x2,0 mm. Ty kombinují nedostatky plastových potrubí z hlediska délkové roztažnosti a mají vyšší životnost [36]. Při průchodu otopného hadu dilatací se musí vedení chránit PVC chráničkou. Chráničky jsou nutné na každé dilatační spáře a také při přechodu pod dveřmi.

Navržené rozdělovače jsou typu IVAR CS 553 VP. Rozdělovače nemají vlastní směšovací ventil ani oběhové čerpadlo. Topná voda pro rozdělovače se bude přednostně směšovat pro celý okruh podlahového vytápění na teplotní spád 35/30 °C. Také je navržené pouze jedno čerpadlo obstarávající oběh vody v okruhu podlahového vytápění. Rozdělovače budou objednány včetně skříně a zabudovány do stěn ve výšce 500 mm nad podlahou.

Pro nášlapné vrstvy byly zvoleny takové vrstvy, při kterých nedochází k velkému tepelnému odporu. Laminátová podlaha, a zvláště keramická dlažba dosahuje výborných vlastností z hlediska vyzařování tepla z konstrukce. Vyznačují se svou tuhostí ale zároveň dobrou ohebností. Požadavek na maximální povrchovou teplotu 29 °C je splněn s teplotou povrchu 24 °C.

Skladba konstrukce podlahy je dostupná k nahlédnutí na výkresech č. 122, 123 a návrh podlahového vytápění včetně roztečí viz příloha č. 5. Dokumentace byla provedena dle platných předpisů a dále dle zdroje [37].

Instalace podlahového vytápění

Instalace teplovodního podlahové otopné plochy soustavy musí následovat po předchozí instalaci elektrického, sanitárního nebo dalšího potrubního vedení. Nosný podklad podlahového topení se připraví v souladu s příslušnými normami.

Vytvoření otopné plochy se zhotoví mokrým způsobem. Potrubí se vymotá ve spirálovém uspořádání. Potrubní síť a vedení se upevní do systémových desek a zapouzdří se anhydritovou vrstvou. Před položením roznášecí vrstvy se podél stěn a dalších konstrukcí budovy, vstupujících do kontaktu s roznášecí vrstvou a pevně spojených s nosným podkladem, např. podél rámu dveří, sloupů a stupaček, umístí dilatační pás. Instalaci provést v souladu s ČSN EN 1264-4 [38] Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy – Část 4: Instalace.

Dimenzování otopné soustavy

Dimenzování otopné soustavy bylo provedeno dle ČSN EN 12828 [39] společně s [28], [40] a [41]. Výpočty byly provedeny ručně s pomocí tabulkového procesoru Microsoft Excel.

Základním předpokladem výpočtu bylo hmotnostní proudění v úseku na základě tepelného výkonu otopného tělesa. Ten byl vypočten pomocí kalorimetrické rovnice.

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot (t_{w1} - t_{w2}) \rightarrow \dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c \cdot (t_{w1} - t_{w2})} \quad (5)$$

\dot{m}	hmotnostní průtok [kg/h]
\dot{Q}	teplo odevzdané tělesem [W]
c_2	měrná tepelná kapacita vody [Wh/kg · K]
t_{w1}	teplota přívodní vody [°C]
t_{w2}	teplota vratné vody [°C]

Výpočet funguje na principu zvolení průměru potrubí úseku a následně se sledují parametry rychlosti proudění a tlakových ztrát. Doporučené rychlosti teplotnosné látky udává zdroj [33]. Ten stanoví optimální průměrnou rychlost pro soustavy s nuceným oběhem na 0,6 m/s. Určení tlakových ztrát úseku vyžaduje zjistit měrné tlakové ztráty, tlakové ztráty vřazených odporů. Do tlakových ztrát úseku se až na závěr po výpočtu celé soustavy započítá taktéž nastavení termostatického ventilu. Postup výpočtu měrných tlakových ztrát je následující. Nejdříve se stanoví oblast laminárního a turbulentního proudění, dle vypočteného Reynoldsova čísla. Podle velikosti této veličiny byly zvoleny tyto vztahy pro výpočet součinitel ztrát třením:

$Re \leq 2320 \rightarrow$ laminární proudění \rightarrow Poiseuilleův vztah:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (6)$$

$2320 < Re < 4000 \rightarrow$ přechodová oblast \rightarrow interpolace:

$$\lambda = \lambda_{2320} + \frac{\lambda_{4000} - \lambda_{2320}}{4000 - 2320} \cdot (Re - 2320) \quad (7)$$

$Re > 4000 \rightarrow$ turbulentní proudění \rightarrow Moodyho vztah:

$$\lambda = 0,0053 \cdot \left[1 + \left(2000 \cdot \frac{y}{w} + \frac{10^6}{w} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \quad (8)$$

Z těchto hodnot známe vše a lze pokračovat výpočtem samotných měrných tlakových ztrát. Poté je možné přepočítat měrnou tlakovou ztrátu úseku na délku úseku.

Výstupy Excel z programu jsou uvedeny v příloze č. 4 včetně postupu výpočtu.

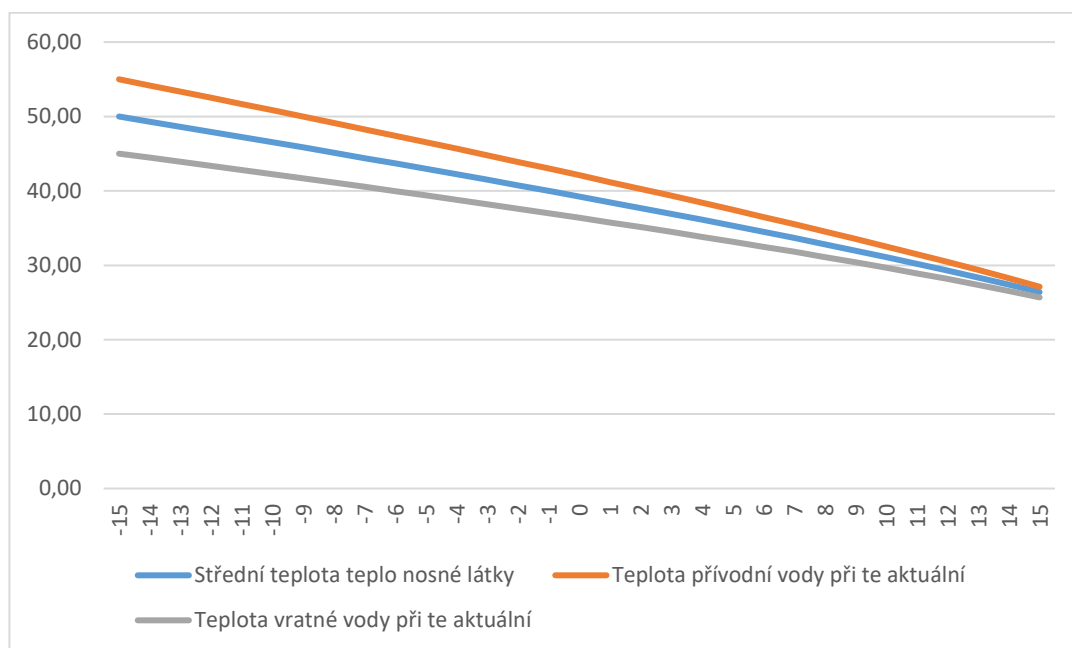
Potrubí primárního okruhu (tepelného čerpadla) je dimenzováno zvlášť v příloze č. 10.

K návrhu podlahového vytápění byl využit software TechCON v provedení s katalogem výrobce IVAR.

Výpočet proveden dle ČSN 1264-3 [38] Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy – Část 3: Dimenzování.

Regulace systému

Z důvodů dosažení maximálních úspor energie je bezpodmínečně nutné, aby regulace výstupní teploty topné vody z tepelného čerpadla byla ekvitermní, tedy závislá na venkovní teplotě [42]. Celý otopný systém bude proto řízen nadřazenou ekvitermní regulací se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu. Z hlediska nastavení regulace je pro nastavení chování řízení teploty vody zpracován graf ekvitermních křivek Graf 4. Na tomto základě je možné regulovat teplotu přívodní vody přímo v závislosti na teplotě venkovní. Počítáno pro zvolený teplotní exponent soustavy pro desková otopná tělesa $n = 1,26$ dle zdroje [43].



Graf 4 Ekvitermní křivky

Do akumulární nádrže osazujeme z důvodu vrstvení vody dva snímače. Horní snímač se použije pro řízení odběru tepla z akumulární nádrže. Akumulární nádrž se chová jako zdroj tepla. Spodní snímač slouží pro nabíjení nádrže. Tepelná čerpadla mají svoji regulaci, která zajišťuje vlastní běh.

Nadřazená regulace musí hlídat chod čerpadla podle časového programu, který čerpadlo odstaví v nočních hodinách. Snímá diferenci teploty, aby nedocházelo

k přehřívání čerpadla. Dále kontroluje minimální dobu chodu a dobu odstávky čerpadla z důvodu cyklování. V poslední řadě hlídá poruchy tohoto zdroje tepla. [44]

Regulace bude řídit také výkon elektrických topných těles. S řízením zdrojů tepla souvisí i spouštění oběhových čerpadel. Ovládání směšovacích ventilů na základě sensorů napojených v otopné soustavě, bude také jedna z domén hlavní regulace.

Regulace podlahového vytápění má svá specifika. Jednotlivé okruhy lze ovládat elektricky pomocí prostorových termostatů. Ty ovládají termopohony na rozdělovačích podlahového vytápění [44].

Vnitřní čidlo nadřazené regulaci s ovládáním bude umístěno v referenční místnosti 105 Učebna. Podle této místnosti budou regulovány i ostatní místnosti. Venkovní čidlo bude osazeno na severní východní neosluněné fasádě.

Informace o zapojení součástí regulace bude řešeno v rámci projektu elektroinstalací. Tímto vzniká požadavek na profesi měření a regulace pro zpracování projektové dokumentace týkající se tohoto oboru. Systém regulace bude osazen jako kompletní systém včetně všech čidel, řídicí jednotky a dalších zařízení nutných ke správné funkci systému.

Dále k regulaci soustavy slouží termostatické ventily. Termostatický ventil je umístěn před každým otopným tělesem.

Správné nastavení termostatického ventilu je důležitou a nedílnou součástí návrhu otopné soustavy. Tyto ventily zajistí nepřetápění prostora vyváží otopnou soustavu. Na ventilech se zvolí hodnota přednastavení. Tato hodnota se volí podle potřebné tlakové ztráty otevřenosti ventilu. Rozdíl mezi hlavní větví a vedlejší počítanou je tlak, který je potřeba seškrtnit neboli snížit, aby daný úsek nebyl přetápěný. Všechny větve by měli dosahovat podobných tlakových ztrát. Schopnost škrcení termostatického ventilu závisí na autoritě ventilu.

Postup přednastavení termostatického ventilu proběhne na příkladu pro topné těleso OT1 pomocí průtokové součinitele k_v , jež udává výrobce termostatických ventilů. Nejdříve se stanoví skutečný průtokový součinitel pro vypočtené hodnoty hmotnostního průtoku před otopným tělesem úseku. Výpočet návrhového $k_{v,n}$ je podle vztahu:

$$k_{v,n} = \frac{\dot{V}}{\sqrt{\frac{R_{hv} - R_{pv}}{10^4}}} = \frac{0,09}{\sqrt{\frac{21054,83 - 18742,28}{10^4}}} = 0,603 \text{ m}^3/\text{h} \quad (9)$$

R_{hv} je tlaková ztráta hlavní větve [Pa]

\dot{V} objemový průtok před otopným tělesem [m^3/h]

R_{pv} tlaková ztráta vedlejší větve k počítanému otopnému tělesu [Pa]

Z toho výsledku se určí nejbližší vyšší hodnotu průtokového součinitele v technickém listu. Každá hodnota průtokového součinitele nabízí hodnotu přednastavení. Přednastavení se volí tak, aby větev byla spíše mírně nezregulovaná, respektive přetápěná.

V tomto případě je nejbližší hodnota $0,73 \text{ m}^3/\text{h}$ s hodnotou přednastavení 7. Nyní se zpětně pro průtokový součinitel zjistí tlaková ztrátu ventilu.

Skutečná tlaková ztráta ventilu:

$$R = \left(\frac{\dot{V}}{k_{v,n}} \right)^2 \cdot 100000 = \left(\frac{0,09}{0,73} \right)^2 \cdot 100000 = 1\,519,98 \text{ Pa} \quad (10)$$

Takto má celý úsek k otopnému tělesu tlakovou ztrátu 20129,66 Pa. K návrhu bylo čerpáno a počítáno podle [45] a [46].

Jako termostatický ventil byl zvolen Danfoss RA-N 15. Stanovené hodnoty přednastavení jsou součástí přílohy dimenzování viz příloha č. 4. K regulaci teploty v místnosti dále poslouží termostatické hlavice Danfoss RA 2944 s rozsahem 5-26 °C.

Oběhová čerpadla

V soustavě jsou navrženy 4 druhy čerpadel, protože každé z čerpadel bude obstarávat jiný okruh a každý tento okruh má odlišné provozní vlastnosti. Primární okruh tepelných čerpadel má jasně definované čerpací skupiny dle technického předpisu výrobce. Je to čerpadlová skupina Regulus CSE TC W obsahující oběhové čerpadlo WILO YONOS PARA RS. Této čerpadlo bylo navrženo pro médium propylenglykol smíchaný s vodou. Dalším okruhem jsou radiátorová otopná tělesa. Jim bude dostávat oběhové čerpadlo WILO YONOS PICO 25/1-6. Podlahové vytápění vyžaduje silnější čerpadlo WILO YONOS MAXO 30/0,5-12 z důvodu mnohem větší dopravní výšky. Posledním čerpadlem je WILO YONOS PICO 25/1-6

kteřé bude dopravovat vodu do ohříváče vzduchotechnické jednotky. Posouzení a zaznačení pracovního bodu oběhových čerpadel je provedeno v příloze č. 14.

Materiál potrubí, spojování

Sít' vedení otopné soustavy bude uskutečněna z potrubí PP-R INSTAPLAST S3.6 od dodavatele Pipelife Czech s.r.o. Součástí objednávky u tohoto dodavatele budou i tvarovky k tomuto potrubí včetně redukci pro zmenšování a zvětšování dimenzí. Dodané tvarovky se nesmí jakkoliv upravovat nebo přetvářet. Plastové potrubí se smí spojovat svařováním. Potrubí se nesmí lepit! Změny v trase vedení se provádějí pomocí tvarovek. Případně lze za studena trubky ohýbat v rozvodu s minimálním poloměrem dle technického předpisu výrobce:

$$r = 50 \cdot d \quad (11)$$

d průměr potrubí [mm]

Plastové potrubí je reaktoplast a proto se trubky se nesmějí ohřívát. Při ohybu plamenovými hořáky nebo horkovzdušnými pistolemi by došlo k jejich poškození.

Měděná potrubí tepelných čerpadel jsou vedena venkovním prostředím a také budou rozvádět nemrznoucí kapalinu. Proto je vhodnější použít tento materiál. Měď je možné spojovat pouze pájením natvrdo. Konec potrubí se očistí a potře tavidlem. Následně se tento konec nasune do tvarovky. Během nasouvání se spoj nahřívá plamenem.

Materiál potrubí lze montovat a upravovat pouze tak, aby byla zachována předepsaná provozní pevnost trubek a spojů, zabezpečena poloha potrubí, přenášení hmotnosti a dynamických účinků na potrubí. Montáž potrubí musí být provedena podle ČSN 06 0310 [47], zákona 183/2006 Sb. [2] a montážních předpisů výrobce potrubí.

Izolace potrubí

Pro potrubí je navržena tepelné izolace Rockwool 800 se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,037 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Tepelná izolace byla navržena podle evropských doporučení a splňuje součinitel prostupu tepla podle vyhlášky č. 193/2007 Sb. [48] Návrh tepelných izolací viz příloha č. 9. Potrubí procházející prostorem vytápěných místností není nutné tepelně izolovat.

Teplotní roztažnost potrubí

Při změně teploty média nebo změně teploty okolí dochází v potrubí k vnitřnímu pnutí z důvodu teplotních roztažností – potrubí se smršťuje a prodlužuje. Z tohoto důvodu je velice důležité tyto změny uvažovat již při montáži potrubí, aby později při provozu budovy nedocházelo k poškození vedení. Velikost této délkové změny je závislá na délce potrubí, koeficientu lineární roztažnosti a teplotnímu rozdílu. Délková roztažnost stanovena pro nejhorší případ – největší rozdíl teplot.

Určení teplotní roztažnosti plastového potrubí na 1 m délky:

$$\Delta t = (t_m - t_i) = 55 - 15 = 40 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (12)$$

$$\Delta l_x = l \cdot \alpha \cdot \Delta t = 1 \cdot 0,15 \cdot 40 = 6 \text{ mm} \quad (13)$$

- l délka úseku [m]
- α součinitel teplotní roztažnosti materiálu, stanovuje výrobce [K^{-1}]
- Δt rozdíl teplot [$^{\circ}\text{C}$]
- t_m nejvyšší teplota teplotonosné kapaliny [$^{\circ}\text{C}$]
- t_i nejnižší teplota okolí [$^{\circ}\text{C}$]

U úseků delších jak 4 metry je nutné zohlednit teplotní roztažnosti a vytvořit L, T a případně U kompenzátory. Uchycení v blízkosti kompenzátorů musí být kluzné například volnou objímkou. Délka pružného ramene kompenzátoru se stanoví dle vztahu:

$$M_s = k \cdot \sqrt{\Delta t \cdot d} \quad (14)$$

- k materiálová konstanta, PPR: $k = 20$ [–]
- d průměr potrubí [mm]

Stanovení délky pružných ramen otopné soustavy lze nalézt v příloze č. 7.

Určení teplotní roztažnosti měděného potrubí na 1 m délky:

$$\Delta t = (t_m - t_i) = 45 - 5 = 40 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (15)$$

$$\Delta l_x = l \cdot \alpha \cdot \Delta t = 1 \cdot 0,017 \cdot 40 = 0,68 \text{ mm} \quad (16)$$

Při vedení potrubí k tepelným čerpadlům bude délková roztažnost a pohyby potrubí podchyceny hadicí připojenou na tepelné čerpadle o délce 1 m.

Kotvení

Hlavní funkcí uložení potrubí je držení potrubí v požadované poloze. Uložení potrubí zajistí mechanické kotevní prvky.

Vedení potrubí vytápění v podlahových konstrukcích je kotvené ohebnými plastovými chráničkami z polyethylenu. V instalačních příčkách a volně po stěnách je poloha potrubí zajištěna systémem kovových objímek s podpurnými prvky. Vzdálenost závěsů je daná podmínkou, aby nedocházelo k prověšení potrubí. Armatury by měly být uloženy z obou stran.

Při kotvení měděných trubek používáme pouze objímky a třmeny s pryžovými nebo gumovými vložkami. Jinak by při kontaktu oceli s mědí mohlo docházet ke korozi [31].

Pro plastové a měděné potrubí jsou rozteče příchytů stanoveny dle doporučení v technickém listu. Vzdálenost uvedena výrobce v Tab. 2 a Tab. 3.

Průměr potrubí	Vzdálenost podpor [mm]	
	40 °C	50 °C
16	765	720
20	707	765
25	900	855
32	1035	990

Tab. 2 Vzdálenost podpor plastového potrubí S3,2 (PN16)

Průměr potrubí	Vzdálenost podpor [mm]
15	2000
18	2250
22	2750
28	3000

Tab. 3 Vzdálenost podpor měděného potrubí

Zabezpečovací zařízení

Okruh každého tepelného čerpadla má navrženou pojistnou sestavu skládající se z kulového ventilu, pojistného ventilu zpětné klapky a expanzní nádoby. Otevírací přetlak pojistného ventilu u tepelného čerpadla je stanoven na 200 kPa a pro akumulární nádobu na 500 kPa. Expanzní nádoba byla navržena zvlášť pro primární okruh o velikosti 5 l a zvlášť pro sekundární okruh o velikosti 100 l. Primární okruh

musí mít akumulční nádrž dle technického předpisu výrobce. Připojení zvoleno DN28.

Návrh pojistné sestavy a expanzní nádoby otopné soustavy včetně definice navržených zařízení popsán v příloze č. 15.

Návrh zabezpečovacích zařízení byl proveden dle ČSN 06 0830 [49].

Vypouštění, odvzdušnění soustavy

Celá otopná soustava je odvzdušněna pomocí odvzdušňovacích ventilů na nejvýše položených otopných tělesech a vypouštěna pomocí vypouštěcích kohoutů na nejnižších místech soustavy (pomocí vypouštěcích kohoutů [31]).

Tlaková zkouška

Provést dle ČSN 06 0310 [47]. Zkoušky těsnosti se provádějí před zazděním drážek, zakrytím kanálů a provedením nátěrů a izolací. Soustava se naplní vodou, řádně se odvzdušní a všechny spoje, otopná tělesa, armatury atd. se prohlédnou. Délka zkoušky, při které je soustava naplněná trvá nejméně 6 hodin. Po této zkoušce se prohlídka. Při zkoušce ani po jejím dokončení se nesmějí projevit viditelné netěsnosti. Neobjeví-li se při této prohlídce netěsnosti nebo nedojde ke znatelnému poklesu hladiny v expanzní nádobě, tak se výsledek zkoušky považuje za úspěšný. Pro další zařízení jako jsou zdroje tepla, výměníky a ohříváče udává výrobce podmínky zkoušky v technické dokumentaci. Zkoušky se provádějí za dohledu zástupce investora a musí být potvrzeny protokolem o zkoušce. Po tlakové zkoušce se provede proplach soustavy.

Propláchnutí soustavy

Nejen přepisy vyžadují vypláchnutí soustavy, ale i všechna navržená zařízení mají před použitím doporučený proplach. Vypláchnutí se provádí při demontovaných škrtkách clonkách, vodoměrech, měřících spotřebovaného tepla a dalších zařízení, u kterých by shromážděné nečistoty mohly vést k jejich poškození. Dále i všechny seřizovací armatury na větvích a armatury na otopných tělesech se musí nastavit při vyplachování na minimální hydraulický odpor. Při vypláchnutí musí být všechny trasy volné. Pokud tomuto není splněno, vyplach se musí provést znovu. Oběhová čerpadla během vyplachu běží 24 hodin. Během vyplachování je zároveň nutné pravidelně odkalovat vypouštění, filtry, odkalovací nádoby apod. Odpouští se dokud voda vytékající ze soustavy není čistá. Při vyplachování se držet

platných předpisů ČSN 06 0310 [47]. Po dokončení se před uvedením do provozu musí zabudovat demontované prvky. Nastaví se seřizovací armatury a armatury na otopných tělesech. Následně se zařízení naplní vodou podle ČSN 38 3350 [50]. Vyčistění a propláchnutí soustavy je součástí montáže a o jeho provedení má být proveden zápis.

Zkouška těsnosti deskových otopných těles

Dle ČSN 060310 [47] bude provedena topná zkouška. Před uvedením do provozu bude potrubí propláchnuto, a to ještě před napojením zdroje tepla. Před zakrytím rozvodu se provede zkouška těsnosti. Současně je nutno provést taktéž zkoušku dilatační. Tato zkouška probíhá tak, že se teplotonosná látka zahřeje na 80 °C a poté nechá vychladnout. Zkouškám bude přítomen zástupce investora a platnost zkoušek se stvrdí protokolem. V dokončené etapě stavby, nejlépe v topném období bude provedena topná zkouška. Provedení jednotlivých částí instalace smí provádět jen osoba s patřičným oprávněním.

Zkouška těsnosti podlahového topení

Zkoušku těsnosti je možno provést s vodou nebo vzduchem. Před položením roznášecí vrstvy se těsnost otopných okruhů ověří tlakovou zkouškou. Zkušební tlak musí být ne menší než 4 bar nebo ne větší než 6 bar pro běžné soustavy. Výsledek zkoušky těsnosti a zkušební tlak se uvede ve zprávě o zkoušce. Při provádění zkoušky je nutno se řídit pokyny ČSN 1264-4 [38] Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy – Instalace.

Počáteční zátop

Tento postup musí být proveden 7 dnů po položení anhydritové mazaniny. Pro všechny typy roznášecích vrstev je nutné dodržet podmínky výrobce. Počáteční zátop se zahajuje při teplotě přírodní vody mezi 20 °C a 25 °C, která musí být udržována nejméně 3 dny. Následně se nastaví nejvyšší návrhová teplota a udržuje se nejméně další 4 dny. Průběh zátopu se dokumentuje

Bezpečnost při užívání stavby

Stavba po dokončení umožňuje svým charakterem její bezpečné užívání. Každý stavební výrobek, určený pro trvalé zabudování do stavby, musí být v souladu se zákonem 22/97 Sb. [8], v platném znění.

Bezpečnostní zařízení, nezávislé na regulačním zařízení a pracující i v případě výpadku elektrické energie, přeruší u otopných soustav přívod tepla do okruhu vytápění.

Vliv stavby na životní prostředí

Použitá technologie pro systém vytápění a činnost v rámci přípravy a provádění stavby neovlivňují klimatické poměry, ovzduší, povrchové ani podzemní vody. Rovněž vlastní užívání a údržba zařízení a případné havárie nemají negativní vliv na životní prostředí.

Parametry větrané místnosti

Dle ČSN EN 13779 [51] musí být na začátku výpočtu stanoveno využití místnosti. V prostoru se zohlední obsazení osobami a vnitřní tepelné zisky. Dále se určí nároky na prostředí místnosti. Ty uvádí vyhláška č. 410/2005 Sb. [4] a jsou zmíněny již v kapitole D1.2 Architektonické řešení.

Tepelné zisky byly stanoveny softwarem qPro, který počítá dle normy ČSN 73 0548. Výpočet byl proveden z vnějších rozměrů budovy pouze pro místnost 102 Víceúčelový sál. Doba provozu byla uvažována na základě ČSN 73 0331 [23]. Výsledky pro ostatní místnosti nebyly zjišťovány z důvodu zadání diplomové práce. Jediným zjišťovaným parametrem ostatních místností byly ztráty větráním.

Celkový tepelný zisk místnosti	16183 W
Objem místnosti	555,57 m ³
Vnitřní teplota – zima	20 °C
Vnitřní teplota – léto	26 °C
Relativní vlhkost v místnosti	50 %
Tepelná ztráta větráním	5832,75 kW
Počet osob	100 osob
Hygienické minimum na osobu	25 m ³ /h
Maximální rychlost proudění vzduchu	0,2 m/s

Popis vzduchotechniky

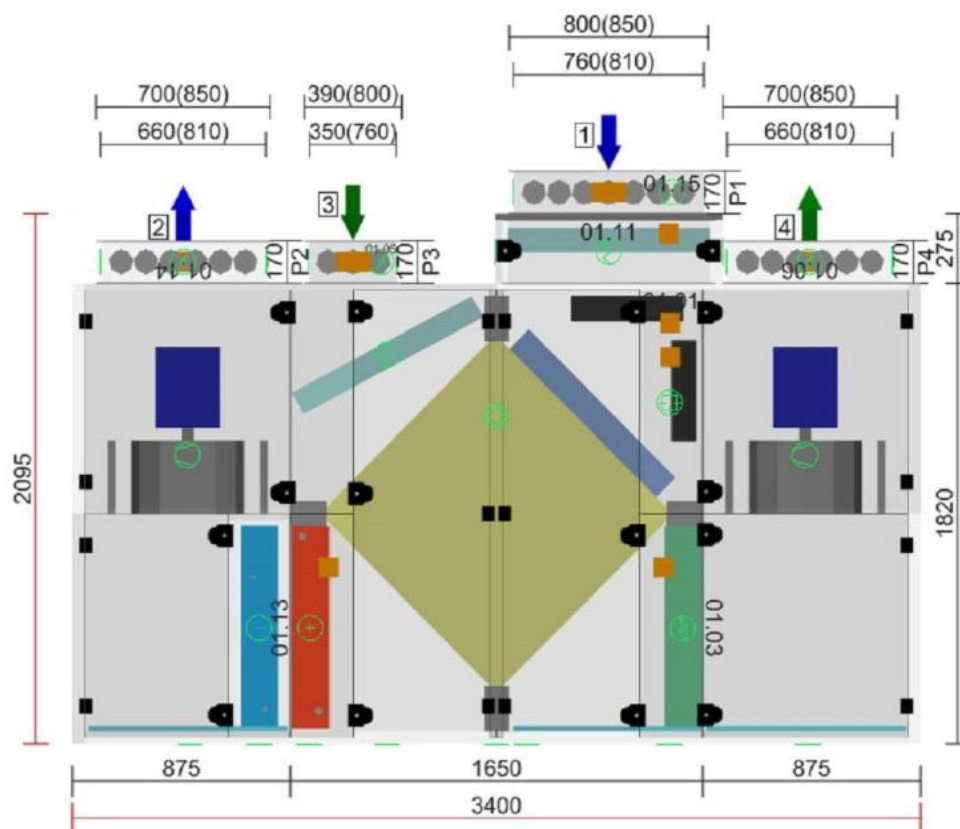
O nucené větrání se bude starat vnitřní vzduchotechnické zařízení. To se bude starat o chlazení místnosti 102 Víceúčelový sál. Jedná se o jednotku REMAK Aeromater XP Compact 10. Ta má rozměry 2100x3400x960 mm a do připraveného prostoru 104 Technická místnost lze umístit.

Požadavek na maximální teplotu v místnosti stanoví ČSN 73 0548 [52] Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů. Prostor musí být chlazen, protože z hlediska výpočtu dle tohoto předpisu vychází vyšší výsledná teplota v letním období, než je dovolené. Více viz Tepelná stabilita. Vzduch v létě ochladí tak, aby výsledná teplota v místnostech byla 26 °C, ačkoliv vyhláška č. 410/2005 Sb. [4] dovoluje teplotu i o dva stupně vyšší, norma ČSN 73 3331 [23] doporučuje také 26 °C.

V zimě jednotka poběží na hygienické minimum, protože se neuvažuje, že bude vzduchotechnikou prostor ohříván. Proto bude vzduch dohřívát pouze na 26 °C. Po dovlhčení osobami jednotka tedy vrátí takový vzduch, který odvádí. Výpočet h-x diagramu uvádí příloha č. 18.

Dle tepelných zisků je celková potřeba pro jejich pokrytí 6010 m³/h vzduchu, které je nutné o zmíněné teplotě přivést. Odpadní vzduch o objemovém průtoku 6010 m³/h bude využit k rekuperaci vzduchu a ke směšování vzduchu. Větrání je tedy rovnotlaké. V letních měsících bude docházet k velké intenzitě větrání, a to z důvodu velkých tepelných zisků a malého prostoru. K výměně bude docházet až 10x za hodinu Hygienické minimum pro 100 uvažovaných osob v tomto sálu činí 2500 m³/h. Pro výpočet na jedno osobu lze podle předpisu č. 410/2005 Sb. [4] uvažovat objemový tok na osobu v rozmezí 20-30 m³/h. Byla zvolena hodnota 25 m³/h. Distribuce vzduchu v objektu příloha č. 16. Výpočet tepelných zisků stanoven v příloze č. 19.

Návrh jednotky proběhl pomocí návrhového programu pro jednotky AeroCAD od firmy Remak s.r.o. Přiváděný vzduch se povede čtyřhranným potrubím z pozinkovaného plechu v podhledu. Vyústovat bude vzduch z toho potrubí pomocí anemostatů zapadajících do kazetového podhledu. Odváděný vzduch povede SPIRO potrubím. Vedení lze navrhnout jak v podhledu, tak v pódiu víceúčelového sálu. Nasávat se bude obyčejnými mřížkami. Oba typy výustí jsou schopné regulace.



- 1 vstup čerstvého vzduchu
- 2 výstup přírodního vzduchu
- 3 vstup odpadního vzduchu
- 4 výstup odpadního vzduchu

Obrázek 4 Schéma složené jednotky Remak AeroMaster XP Compact 10

Funkce a popis jednotky

Jednotka má v sobě několik komponent, z nichž se skládá celá skříň jednotky. Tyto komponenty se starají o úpravu vzduchu.

Mezi ně se řadí vodní ohřívač, výměník pro zpětné získávání tepla (rekuperátor), ventilátor, filtry, směšovací komora a uzavírací klapky. Vodní ohřívač stará se o ohřev proudu čerstvého vzduchu na teplotu požadovanou provozem VZT jednotky a větraného prostoru. Zdrojem tepla tohoto ohřívače budou navržená tepelná čerpadla. Výkon tohoto ohřívače byl stanoven v příloze č. 17. Výměník zpětného získávání tepla zajistí lepší využití tepla přenášené odpadním (znečištěným) vzduchem a umožňuje tak zlepšit celkovou energetickou bilanci systému. Předehřívá čerstvý venkovní vzduch a v létě naopak předchladuje. Rekuperátor má dále automaticky řízenou klapku by-passu a cirkulace, regulační modul a připojovací svorkovnice.

Nachází se v něm též vestavěná směšovací komora. Rekuperátor splňuje požadavek EcoDesign. Ventilátor dopravuje určité množství vzduchu při překonávání tlakových ztrát systému potrubí, což vyžaduje určitou hodnotu celkového pracovního tlaku. Ventilátory jsou řízeny na konstantní průtok vzduch. Ventilátory splňují požadavek EcoDesign. Dimenzování potrubí lze nalézt v příloze č. 20. Filtry odstraňují mechanické a biologických částice ve vzduchu pro zajištění kvalitního vzduchu pro větrání a pro ochranu zařízení jednotky a rozvodů. Všechny filtry jsou typu G4. V poslední řadě je směšovací komora. Ta umožňuje smíšení čerstvého a cirkulačního vzduchu v nastaveném poměru. Komora bude využívána především v letních měsících. Vývody kondenzátu jsou standardně připraveny. Přístup do jednotky je otevíracími dveřmi s panty přes zajišťovací západky.

Jednotka byla navržena dle ČSN 12 7010 [53] Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení.

Připojení rozvodů

Čerstvý vzduch je nasáván na severozápadní fasádě objektu ve výšce 2 m nad terénem, je veden izolovaným potrubím k VZT jednotce vývodem pro čerstvý vzduch, kde bude filtrován a tepelně upravován. Sání je provedeno přes protidešťovou žaluzii. Odpadní – znehodnocený vzduch se bude přivádět do vývodu pro odpadní vzduch. V jednotce se tento vzduch použije ke zpětnému získání tepla dále vypustí ven. Vzduch cirkulován v jednotce dle nastaveného poměru. Cirkulační vzduch nemá samostatný vývod. Na fasádě je sání a výfuk VZT jednotky v dostatečné vzdálenosti a přes roh objektu tak, aby nedocházelo k nasávání znehodnoceného vzduchu. Dále je vývod orientován na severnější stranu a přívodní na západnější stranu, aby nedošlo k jejich ovlivnění sluncem.

Teplotní poměry

V zimě bude čerstvý venkovní vzduch nasáván pomocí ventilátoru do rekuperačního výměníku, kde se ohřeje na teplotu 26 °C. V zimě neprobíhá mísení, jednotka běží na hygienické minimum a slouží pouze k větrání. Takto ohřátý vzduch je ohříván pomocí vodního ohřevu na požadovanou teplotu a posílán do přívodního potrubí. Po dovhlcení vzduchu lidmi bude teplota vzduchu požadovaných 20 °C. O vytápění prostor se postará otopná soustava.

V létě bude nutné nasávaný vzduch zchladit, aby bylo dosaženo teplotního komfortu v místnosti. Střední teplota chladiče se uvažuje 6 °C. Venkovní vzduch se chladičem zchladí na 12 °C a poté lidmi dohřeje na požadovaných 26 °C.

Výkon chladiče/ohřívače

- Výkon chladiče: 31 kW
- Výkon ohřívače: 10 kW

Výkon chladiče včetně postupu je stanoven v příloze č. 17 a h-x digram v příloze č. 18. Výkon ohřívače včetně postupu je stanoven v příloze č. 17 a h-x digram v příloze č. 18.

Zdroj chladu

Zdrojem chladu bude chladič umístěný v jednotce. Teplonosným médiem chladu je voda. Voda má jako chladivo označení R718. Její hodnota GWP je 0. Je bezpečným a přírodním chladivem, není jedovatá a ani hořlavá. Nevztahuje se na ni nařízení o F-plynech dle nařízení EU č. 517/2014. Nepodléhá žádným omezením ohledně použití a veškeré na chladiva se vztahující bezpečnostní požadavky odpadají. Uvažovaná teplota vody ze řádu je 23 °C. Na chladicí komoru bude napojen sifon pro odvod kondenzátu.

Zdroj tepelné energie

Zdrojem bude akumulční nádrž, na níž bude potrubí ze vzduchotechnické jednotky připojeno. Akumulační nádrž bude nabíjena nízkoteplotním zdrojem – tepelným čerpadlem, případně elektrickými topnými tělesy. Ohřívač VZT bude teplo z akumulční nádrže odebírat kontinuálně. Teplotní spád zdroje tepla je stanoven 55/45 °C.

Rozvody vzduchu

Potrubí pro přívodní potrubí je čtyřhranné pozinkované potrubí. Ostatní potrubí jsou vedena SPIRO potrubím. Veškerá potrubí vedena v dimenzích daných návrhem dle přílohy č. 20. Napojení výustek je uvažováno ohebným potrubím SONOFLEX pro snazší umístění výustek.

Uchycení potrubí v podhledu se zajistí pomocí objímek. Po vnitřním obvodu kovového prstence bude vedena guma (pryž), která utlumí vibrace. Objímky kotvit do stropu (případně stěn) pomocí závitových tyčí. Horní konec závitové tyče se

našroubuje do natloukací kotvy umístěné v konstrukci, poté se našroubuje dolní konec závitové tyče do vrcholu objímky (protáhlá spojovací matice se závitem).

Izolace

Na přírodním potrubí pro zamezení tepelných ztrát/zisků, než přivedeme vzduch do prostoru, umístíme izolaci ISOSLEEVE. Odvodní potrubí se izoluje také, protože je třeba zamezit tepelným ziskům odváděného vzduchu, který je využíván pro systém zpětného získávání tepla (rekuperace). V závislosti na průřezu potrubí se vybere odpovídající druh izolace. Potrubí musí být izolované tak, aby nedocházelo ke kondenzaci. Předepisuje se tloušťka PU izolace tloušťky 80 mm.

Vyústky

Vyústky přívodu vzduchu jsou rozmístěny rovnoměrně do pohledu více účelového sálu. Vyústky se rozmístí v pěti řadách po třech. Jedná se o vířivé anemostaty TROX VDW-Q-Z-H-M/600x24. V místě osob jejich rychlost dosahuje 0,25 m/s. To je více než předepisuje vyhláška č. 410/2005 Sb. [4] a může to být vnímané jako průvan. V takto velkém prostoru a při takových tepelných ziscích není možné zajistit lepšího proudění vzduchu. Nutno také uvažovat, že návrh počítá s nejhorší situací a při běžném provozu nebude pravděpodobně docházet k tak vysokým rychlostem proudění vzduchu. Vyústky obsahují regulaci, která se nastaví dle dimenzování potrubní sítě v příloze č. 20.

Odvodní vyústky jsou navrženy v pohledu nad pódiem a dále v samotném pódiu. Vyústky jsou klasické mřížky TROX AT-AG/625x225/A1/B11. Jsou ve dvou řadách po třech. Z hlediska rozmístění odvodních vyústek není stav ideální. Prostor je nedostatečně velký. Při odtahu pouze z místa pódia může opět docházet k průvanu.

Specifikace a návrh vyústek v příloze č. 21. K návrhu byl použit software výrobce.

Regulace vyústek

Vyústky obsahují regulaci. Dimenzování a regulování potrubní sítě je uvedeno v příloze č. 20. Dle technických specifikací výrobce byly vyústky regulovány na stejnou tlakovou ztrátu větve. Vedlejší větve vzduchotechniky jsou vyváženy podobně jako je to u větví teplovodního vytápění. Nejdříve se zjistí tlaková ztráta nejnepríznivější větve. Podle této větve se nastaví ostatní regulace na vyústkách tak, aby měli stejnou nebo podobnou tlakovou ztrátu. Mřížky na odvodním potrubí je dále ještě nutné doregulovat škrticí klapkou, jelikož nejsou schopny

takového škrcení, než jaké by bylo potřeba. Seřízení vzduchového výkonu bude podle projektové dokumentace s přesností $\pm 15 \%$.

Filtrace

Součástí vzduchotechnické jednotky je filtr přírodního a odpadního vzduchu s třídou filtrace G4. Po prvním spuštění jednotky kontrolovat filtry v krátkých intervalech, během stavby se v jejím okolí vyskytuje více prašných hmot než normálně. První kontrola po měsíci.

Dle ČSN EN 15780 [54] se doporučuje provádět inspekce stavu a čištění potrubí pravidelně, a to alespoň jednou za dva roky. Čistí a kontrolují se všechny prvky vzduchotechnického systému. Pokyny pro čištění jsou uvedeny v ČSN EN 13779 [51].

Strojovna systému

Za strojovnu v hale je považována technická místnost, ve které je umístěna vzduchotechnická jednotka. Místnost nebude speciálně odhlučněna. Vzhledem k výkresové dokumentaci nevzniká povinnost vykreslovat půdorys strojovny, pokud se nejedná o složitější nebo rozsáhlejší řešení zařízení větrání, chladu nebo ohřevu.

Odvodnění

Z jednotky musí být odveden kondenzát, který bude napojen do nejbližšího odpadu. Nejbližším odpadem bude vpust' podlaze. Prevencí kondenzace vody v potrubí je kvalitní izolace rozvodů vzduchu.

Provádění a montáž

Při montáži je třeba dbát na pokyny výrobců pro montáž jednotlivých zařízení a elementů, které musí být se zařízením dodány. Všechny díly potrubí s volnou přírubou budou při montáži upraveny na potřebnou délku. Závěsy potrubí budou zhotoveny na montáži z dodaného materiálu. V pohledech bude potrubí kotveno ke stropu se vzdáleností podpor po 3 m. Upevnění závěsů na úchytné body dodané stavbou provede montáž VZT. Přesné umístění závěsů určí vedoucí montér VZT. Potrubí bude na závěsech podloženo pryží. Spoje vzduchovodu musí být při montáži vodivě spojeny - tzn. jeden pár vějířovitých podložek na jeden přírubový spoj. Při prostupu stavební konstrukcí bude VZT potrubí obaleno minerální vlnou x.

obsahují vlastní regulaci. Seřízení vzduchového výkonu bude podle projektové dokumentace s přesností $\pm 15 \%$. Vyústky jsou navrženy tak, aby byly v souladu s tepelnou pohodou obyvatel.

Regulace jednotky

Pro jednotku bude stanoven časový režim, který bude nastaven na systému regulace. Požadavek na přesnost měření a regulaci představuje zajištění napájení a řízení vzduchotechnické jednotky. Jedná se především o řízení servopohonů uzavíracích klapek odvodu a přívodu vzduchu a směšovací klapky.

Tato jednotka obsahuje řídicí modul zajišťující všechny základní funkce jednotky a současně i obsahuje celou řadu dalších vstupů a výstupů pro propojení jednotky s nadřazeným systémem regulace.

Automatická regulace zabezpečuje pro VZT jednotku následující funkce:

- přepínání otáček ventilátorů
- ovládaní klapky by-passu
- signalizace zanesení filtrů
- signalizace chodu ventilátorů
- ovladač umístěný v blízkosti jednotky nebo jinde v prostoru dle požadavku investora

Jednotka bude regulovat na prostorovou teplotu. Do prostoru bude vháněno přesně teplo podle. Jednotka bude také sledovat kvalitu vzduchu na základě CO₂ čidel umístěných v místnosti. Požadavky na úroveň kvality vzduchu stanoví norma ČSN EN 13779 [51] a dle těchto požadavků musí zajištěno větrání prostor. Dle hodnocení normy to je požadavek na ID2 kdy se bude obsah CO₂ udržovat v rozmezí 400-600 PPM. Norma dále stanoví možné typy řízení kvality vnitřního vzduchu. Byla zvolena třída IDA-C5 – řízení podle obsazenosti (počtu osob).

Protipožární opatření

Z hlediska protipožárních úprav bude instalace provedena dle ČSN 73 0872 [55]. Jednotlivé rozvody VZT jsou instalovány ve více požárních úsecích. Do vzduchovodů procházejících stavební konstrukcí ohraničující určitý požární úsek budou vřazeny protipožární klapky, zabráňující v případě požáru v některém požárním úseku jeho šíření do dalších úseků nebo na celý objekt. V případech, kdy

nebude protipožární klapku možno osadit do požárně dělící konstrukce, bude potrubí mezi touto konstrukcí a protipožární klapkou opatřeno izolací s požadovanou dobou odolnosti. Osazené požární klapky budou v provedení teplotní a ruční spouštění. Instalací nedojde k porušení předpisů. Rozvody budou provedeny z nehořlavého potrubí a izolace bude provedena PU pěnou. Při navrhování projektu vzduchotechniky byla dodržena ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením.

Protihluková opatření

Instalací a provozem navrženého VZT zařízení nevznikne vyšší hladina hluku, než povolují hygienické normy. Na všech odtahových větvích jsou instalovány tlumiče hluku. Stroje, které by mohly způsobit kmitání a vibrace se uloží na pružné podložky. Rozvod potrubí bude kompletně izolován. Hlavní zdroj hluku je umístěn v technické místnosti. Pronikání akustického tlaku ze vzduchotechnických zařízení do přilehlých místností je minimální a neuvažuje se.

Před uvedením VZT zařízení do provozu je nutno provést individuální, funkční a komplexní vyzkoušení zařízení, zregulování seřízení průtoků vzduchu atd.

Vyzkoušení

Individuálním vyzkoušením se prokazuje kvalita nainstalovaných elementů. Tato zkouška se provádí bez průtoku vzduchu a až po ukončení montáže. Má prokázat kvalitu namontovaných elementů a umožnit další bezproblémové zregulování zařízení a zkoušky. Provedení individuálních zkoušek zapíše zástupce investora a o zkoušce se sepíše zápis.

Následuje funkční vyzkoušení, kterým se prokazuje funkčnost elementů vzhledem k průtoku vzduchu. Při těchto zkouškách dojde k zregulování zařízení. O této zkoušce se též provede zápis.

Komplexní vyzkoušení

Touto zkouškou se prokazuje celková funkčnost systému včetně navazujících profesí. Ověřuje se, že systém je kvalitní a schopný trvalého, bezporuchového a bezpečného provozu. Komplexní zkoušky neprokazují dosahování projektovaných parametrů prostředí a výkonových parametrů zařízení. O výsledku této zkoušky se na závěr provede zápis. Po tomto zkoušení už následuje zkušební provoz, který není povinný.

b) Výkresová část

Výkresy byly provedeny dle ČSN 01 3452 [56], ČSN 01 3454, [37] a [30] .

Č. výkresu	Název výkresu	Měřítko	Formát
121	Schéma zapojení otopné soustavy	1:25	A3
122	Vytápění, půdorys 1.NP	1:50	A1
123	Vytápění, půdorys 2.NP	1:50	A1
124	Vytápění řez – radiátory	1:50	A2
125	Vytápění řez – podlahové vytápění	1:50	A2
126	Vzduchotechnika, půdorys 1.NP	1:50	A1
127	Vzduchotechnika řez	1:50	A1
128	Vzduchotechnika kusovník	-	A4

D.2 Dokumentace technických a technologických zařízení

Není řešeno.

E DOKLADOVÁ ČÁST

Dokladová část není součástí dokumentace

3 ZÁVĚR

Vypracováním této práce jsem získal možnost opět více proniknout do problematiky vytápění a poprvé jsem měl zkušenost s komplexním návrhem nuceného větrání a chlazení vnitřních prostor. Profese vytápění je mi blízká a rád jsem získával další zkušenosti spojené s tímto zaměřením. Návrh vzduchotechniky pro mě bylo nové a velmi rozsáhlé téma. Rád bych se tomuto oboru do budoucna více věnoval, protože jsem akorát odkryl kolik mnohých zkušeností bych mohl dále nabýt. Naprosto odlišnou větví mého studijního oboru je prostředí staveb, kterému jsem doposud nevěnoval mnoho prostoru. Bylo pro mě více než zajímavé vypořádat se se zpracováním akustického posudku z hlediska prostorové akustiky. Získal jsem mnohem celistvější pohled na řešení problémů v tomto odvětví a stejně jako u chlazení bych se chtěl i tomuto tématu více věnovat.

Zadanou jsem se snažil zpracovat tak, abych pečlivě všechny potřebné kroky návrhu nebo posouzení zahrnul do své práce a vytvořil tak kompletní práci, která bude obsahovat všechny náležitosti. Ve své práci jsem se snažil o práci podloženou důvěryhodnými informacemi. Opírám se proto o několik publikací autorů, kteří jsou ve své profesi uznávanými osobami. Samozřejmostí je až vyčerpávající odkazování na platné technické normy a legislativu, jež správnost návrhu předepisují.

Z hlediska návrhu, bylo k tepelným čerpadlům zvoleno podlahové vytápění, které je k nízkoteplotním zdrojům tepla velmi doporučované a vhodné. Pro splnění hygienických předpisů podlahové vytápění pomohlo ke splnění požadavků vyhlášky na tepelnou pohodu uživatelů. Dále bych chtěl zmínit nutnost akumulace tepla pro tepelná čerpadla, která nemají schopnost regulování výkonu. Z tohoto důvodu je akumulární nádrž nejenom vhodná, ale také i nutná.

Posouzení prostorové akustiky proběhlo na základě nezatlumeného prostoru. S navrženými akustickými úpravami bylo dosaženo velmi dobrých výsledků v hodnotách době dozvuku. Víceúčelový sál, v němž byla prostorová akustika hodnocena, je vhodný k přednesu řeči tak i k pouštění hudby nebo hudebním představením. Akusticky pohltivé materiály jsou umístěny, pokud možno tak, aby snížil výskyt nevhodných odrazů nebo nepříjemných doznívání zvuku.

Nucené větrání bylo navrhováno s předpokladem, aby nebyl snížen komfort osob. Nicméně rychlosti proudění vzduchu nemohlo být v rovině uvažovaných uživatelů dosaženo požadované maximální hodnoty. Prostor víceúčelového sálu byl příliš malý a tepelné zisky

v něm příliš vysoké. Z výsledných hodnot lze tedy vyvodit, že osoby pobývající v tomto prostoru budou pociťovat mírný průvan. Je však třeba mít na paměti, že tato zařízení jsou navrhována na nejhorší stav.

V objektu byly dodrženy všechny hygienické předpisy. Objekt se svými energetickými nároky nevytváří velkou zátěž na životní prostředí. Vhodnost navržených zařízení byla splněna. Z ekonomického hlediska je tepelné čerpadlo velmi vhodnou alternativou pro získávání tepla, kde nelze uvažovat dodávky plynu. K lepší energetické náročnosti by bylo možné dojít ještě návrhem fotovoltaických panelů.

4 LITERATURA

- [1] Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. *technické požadavky na vybrané stavební výrobky*. Praha : autor neznámý, platné znění.
- [2] Zákon č. 183/2006 Sb. *o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*. Praha : autor neznámý, platné znění.
- [3] Vyhláška č. 268/2009 Sb. *o technických požadavcích na stavby a dalším požadavkům na staveniště*. Praha : autor neznámý, platné znění.
- [4] Vyhláška č. 410/2005 Sb. *o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých*. Praha : autor neznámý, platné znění.
- [5] Vyhláška č. 398/2009 Sb. *o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb*. Praha : autor neznámý, platné znění.
- [6] Zákon č. 406/2000 Sb. *o hospodaření s energií*. Praha : autor neznámý, platné znění.
- [7] ČSN 73 6110 . *Projektování místních komunikací*. Praha : Český normalizační institut, 02-2006.
- [8] Zákon č. 22/1997 Sb. *o technických požadavcích na výrobky a související předpisy*. Praha : autor neznámý, platné znění.
- [9] STÝBLO, Zbyšek. *NAUKA O STAVBÁCH Školské stavby*. Praha : ČVUT, 2010. 978-80-01-04510-7.
- [10] ČSN 73 0532. *Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky*. Praha : Český normalizační institut, 03-2010.
- [11] VAVERKA, Jiří. *Stavební fyzika 1*. Brno : VUTIUM, 1998. 80-214-1283-6.
- [12] ČSN 73 0527. *Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely*. Praha : Český normalizační institut, 04-2005.
- [13] ČSN 73 0525. *Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady*. Praha : Český normalizační institut, 03-1998.

- [14] ČSN EN 12354-6. *Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech*. Praha : Český normalizační institut, 07-2004.
- [15] ČSN 01 3420. *Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části*. Praha : Český normalizační institut, 07-2004.
- [16] ČSN 73 1001. *Základová půda pod plošnými základy*. Praha : Český normalizační institut, 06-1987.
- [17] ČSN 73 0601. *Ochrana staveb proti radonu z podloží*. Praha : Český normalizační institut, 03-2006.
- [18] ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6. *Navrhování zděných konstrukcí - Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce*. Praha : autor neznámý, platné znění.
- [19] ČSN 73 0540. *Tepelná ochrana budov*. Praha : Český normalizační institut, 11-2011.
- [20] ČSN EN ISO 6946. *Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda*. Praha : Český normalizační institut, 04-2018.
- [21] ČSN EN 12831-1. *Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění*. Praha : Český normalizační institut, 10-2018.
- [22] ČSN EN ISO 10211. *Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích - Tepelné toky a povrchové teploty - Podrobné výpočty*. Praha : Český normalizační institut, 04-2018.
- [23] ČSN 73 0331-1. *Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet - Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data*. Praha : Český normalizační institut, 10-2018.
- [24] TNI 73 0351. *Energetické hodnocení soustav s tepelnými čerpadly – Zjednodušený výpočtový postup*. Praha : Český normalizační institut, 07-2014.
- [25] ČSN EN 15316-4-2 (06 0401). *Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinnosti soustavy – Výroba tepla pro vytápění, tepelná čerpadla*. Praha : Český normalizační institut, 10-2011.
- [26] ČSN EN 15450 (06 0404). *Tepelné soustavy v budovách - Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly*. Praha : Český normalizační institut, 11-2011.

- [27] ČSN EN 15316-4-3 (06 0401). *Energetická náročnost budov - Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy - Část 4-3: Výroba tepla, fotovoltaické a solární tepelné soustavy*. Praha : Český normalizační institut, 01-2013.
- [28] BAŠTA, Jiří a Karel KABELE. *Otopné soustavy teplovodní*. 2. přeprac. vyd. Praha : Společnost pro techniku prostředí, 2008. ISBN 80-02-01426-X.
- [29] ČSN 01 3452. *Technické výkresy instalace vytápění a chlazení*. Praha : Český normalizační institut, 02-2006.
- [30] BAŠTA, Jiří. *Výkresová dokumentace ve vytápění*. Praha : Společnost pro techniku prostředí, 2001. 80-02-01465-0.
- [31] VRÁNA, Jakub. *Technická zařízení budov v praxi*. Praha : Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1588-9.
- [32] ČSN 06 1101. *Otopná tělesa pro ústřední vytápění*. Praha : Český normalizační institut, 05-2005.
- [33] BAŠTA, Jiří a Roman VAVŘIČKA. *Otopné plochy. Cvičení*. Praha : ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03344-9.
- [34] BAŠTA, Jiří. Přepočet výkonu otopného tělesa optimálně a podle EN 442. *TZB-info.cz*. [Online] Topinfo s.r.o., 29. srpen 2000. [Citace: 20. březen 2018.] <https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/12498-prepocet-vykonu-otopneho-telesa-optimalne-a-podle-en-442>. ISSN 1801-4399.
- [35] Vyhláška č. 151/2001 Sb. *podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie*. Praha : autor neznámý, platné znění.
- [36] PETRÁŠ, Dušan. *Teplovodní a elektrické podlahové vytápění*. Bratislava : Jaga, 2004. 80-88905-97-4.
- [37] BAŠTA, Jiří. *Výkresová dokumentace ve vytápění*. 2. přeprac. vyd. Praha : Společnost pro techniku prostředí, 2001. ISBN 80-02-01465-0.
- [38] ČSN EN 1264. *Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy*. Praha : Český normalizační institut, 02-2013.
- [39] ČSN EN 12828 (06 0205). *Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav*. Praha : Český normalizační institut, 12-2014.

- [40] JAUSCHOWETZ, Rudolf. *Srdce teplovodního topení - hydraulika*. Wien : Herz Armaturen Ges, 2004.
- [41] LABOUTKA, Karel a Tomáš Suchánek. *Výpočtové tabulky pro vytápění. Vztahy a pomůcky*. Praha : Společnost pro techniku prostředí, 2001. ISBN 80-02-01466-9.
- [42] STRAKA, Tomáš. Metodika pro návrh tepelného čerpadla vzduch-voda. *Asociace pro využití tepelných čerpadel*. [Online] 2. 5 2012. [Citace: 2018. 3 28.] <http://www.avtc.cz/?page=dokumenty>.
- [43] REINBERK, Zdeněk. Ekvitermní křivky. *TZB-info.cz*. [Online] Topinfo s.r.o. [Citace: 20. 4 2018.] <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/50-ekvitermni-krivky>. ISSN 1801-4399.
- [44] VALTER, Jaroslav. *Regulace v praxi, aneb, Jak to dělám já*. Praha : BEN - technická literatura, 2010. 978-80-7300-256-5.
- [45] BAŠTA, Jiří. *Hydraulika a řízení otopných soustav*. Praha : ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02808-09.
- [46] BAŠTA, Jiří a Karel KABELE. *Otopné soustavy teplovodní*. 2. přeprac. vyd. Praha : Společnost pro techniku prostředí, 2001. ISBN 80-02-01426-X.
- [47] ČSN 06 0310. *Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž*. Praha : Český normalizační institut, 09-2006.
- [48] Vyhláška č. 193/2007 Sb. *kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu*. Praha : autor neznámý, platné znění.
- [49] ČSN 06 0830. *Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení*. Praha : Český normalizační institut, 08-2014.
- [50] ČSN 38 3350. *Zásobování teplem, všeobecné zásady*. Praha : Český normalizační institut, 06-1989.
- [51] ČSN EN 13779. *Větrání nebytových budov - Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy*. Praha : Český normalizační institut, 08-2010.
- [52] ČSN 73 0548. *Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů*. Praha : Český normalizační institut, 07-1986.

- [53] ČSN 12 7010. *Vzduchotechnická zařízení - Navrhování větracích a klimatizačních zařízení - Obecná ustanovení*. Praha : Český normalizační institut, 7-2014.
- [54] ČSN EN 15780. *Větrání budov - Vzduchovody - Čistota vzduchotechnických zařízení*. Praha : Český normalizační institut, 06-2012.
- [55] ČSN 73 0872. *Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením*. Praha : Český normalizační institut, 02-1996.
- [56] ČSN 01 3452. *Technické výkresy instalace vytápění a chlazení*. Praha : Český normalizační institut, 02-2006.
- [57] KŘIVÁNEK, Michal. *Příručka projektování Část 5 – Podpěry a závěsy potrubí*. BRno : MPS Gladiátor, s.r.o., 2011.

5 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Příпустné doby dozvuku pro přednes hudby i řez pro plně obsazené prostor dle ČSN 73 0527	25
Obrázek 2 Grafická studie a umístění akustických úprav	29
Obrázek 3 Vertikální průběh teplot. Převezato ze [36]	55
Obrázek 4 Schéma složené jednotky Remak AeroMaster XP Compact 10	68

6 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Doba dozvuku	28
Graf 2 Srozumitelnost.....	29
Graf 3 Doba vybíjení a nabíjení akumulární nádrže	49
Graf 4 Ekvitemní křivky	58

7 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Ukazatele energetické náročnosti nové budovy	19
Tabulka 2 Míra srozumitelnosti.....	26
Tabulka 3 Vybrané výsledky doby dozvuku	27
Tabulka 4 Součinitele prostupu tepla	43
Tabulka 5 Teplotní faktor vnitřního povrchu	44
Tabulka 6 Šíření vodní páry v konstrukci	44
Tabulka 7 Letní stabilita	46
Tabulka 8 Zimní stabilita.....	47
Tabulka 9 Nastavení oběhových čerpadel tepelných čerpadel. Převzato z technického podkladu výrobce.	48

8 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1	Potřeba teplé vody a návrh kotle dle ČSN 06 0320	88
Příloha č. 2	Potřeba studené vody	93
Příloha č. 3	Přepoččet a návrh otopných těles.....	95
Příloha č. 4	Dimenzování otopné soustavy	97
Příloha č. 5	Dimenzování podlahového vytápění.....	100
Příloha č. 6	Součinitele vřazených odporů otopné soustavy	108
Příloha č. 7	Délky pružných ramen – délkové kompenzace teplotních roztažností	111
Příloha č. 8	Tepelné ztráty potrubí otopné soustavy	113
Příloha č. 9	Návrh izolace potrubí OT soustavy dle vyhlášky č. 193/2007 Sb.	116
Příloha č. 10	Hydraulický návrh potrubí tepelného čerpadla	119
Příloha č. 11	Bivalentní provoz tepelného čerpadla – bod bivalence.....	122
Příloha č. 12	Bilance tepelného čerpadla	124
Příloha č. 13	Doba vybíjení a nabíjení akumulční nádrže	126
Příloha č. 14	Návrh oběhových čerpadel.....	129
Příloha č. 15	Návrh zabezpečovacího zařízení.....	134
Příloha č. 16	Distribuce vzduchu.....	142
Příloha č. 17	Návrh chladiče a ohříváče VZT jednotky	145
Příloha č. 18	h-x diagram	148
Příloha č. 19	Tepelné zisky	152
Příloha č. 20	Dimenzování potrubí VZT	157
Příloha č. 21	Návrh výústek	161
Příloha č. 22	Návrh vzduchotechnické jednotky	164
Příloha č. 23	Výpočet prostorové akustiky	178
Příloha č. 24	Tepelně technické posouzení konstrukcí dle ČSN 73 0540-2	187
Příloha č. 25	Tepelně technické posouzení vybraných detailů konstrukcí.....	208
Příloha č. 26	Posouzení tepelné stability budovy	216
Příloha č. 27	Výpočet tepelných ztrát dle ČSN 12831-1.....	231
Příloha č. 28	Energetický štítek obálky budovy	274
Příloha č. 29	Průkaz energetické náročnosti budovy	287
Příloha č. 30	Protokol výpočtu energetické náročnosti budovy	299
Příloha č. 31	Technický list tepelného čerpadla	347
Příloha č. 32	Technický list akumulční nádrže.....	349

Příloha č. 33 Technické listy vyústek.....	352
Příloha č. 34 Technické listy akustických obkladů	355